

LÊ VĂN KIỂM

# THIẾT KẾ TỔ CHỨC THI CÔNG

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG  
HÀ NỘI - 2011

## LỜI NÓI ĐẦU

*Mục đích của tập sách này nhằm giúp sinh viên ngành Xây dựng nắm vững các phương pháp thiết kế tổ chức thi công các loại công trình, lựa chọn các giải pháp kỹ thuật khả thi, có hiệu quả kinh tế cao.*

*Sách được trình bày dưới dạng nhiều bài toán nhỏ, bao quát những lĩnh vực thi công xây lắp thông thường như: thi công đất, thi công bê tông, thi công lắp ghép, thiết kế điện, nước, mặt bằng công trường... Bên trong chứa đựng những bảng biểu số liệu và phụ lục, một dạng sổ tay thu gọn giúp cho việc tra khảo làm đồ án của sinh viên được thuận lợi, nhanh chóng. Ngoài các giải pháp kỹ thuật, sách còn đề cập đến các giải pháp kinh tế của đồ án. Mỗi bài toán là một vấn đề kỹ thuật mà sinh viên phải giải quyết mới hoàn thành được đồ án.*

*Cuối sách là một mẫu đồ án thiết kế tổ chức thi công có tính chất tổng quát để sinh viên tham khảo khi làm luận án tốt nghiệp.*

*Các số liệu trong cuốn sách cũng như phụ lục chỉ có tính chất minh họa, ví dụ.*

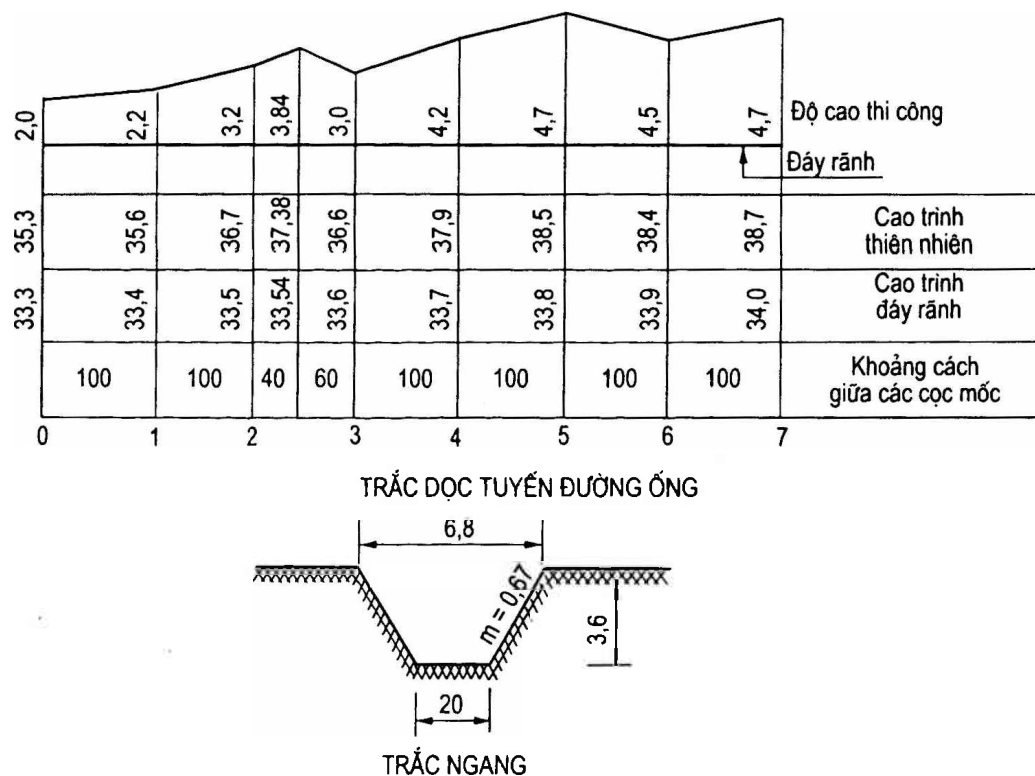
**Tác giả**

## Chương 1

### THI CÔNG ĐẤT

#### Bài toán 1.1: Thiết kế thi công đào rãnh đường ống

Tính khối lượng công tác đất khi đào một rãnh dài 700m để đặt đường ống bê tông cốt thép, đường kính 1m. Đáy rãnh rộng 2m, độ sâu rãnh tùy theo trắc dọc (hình 1.1).



**Hình 1.1**

Tính khối lượng đất đào của từng đoạn rãnh đường ống theo công thức gần đúng:

$$V = \left[ \frac{F_1 + F_2}{2} \right] \cdot L$$

với:  $F_1, F_2$  - diện tích hai mặt cắt ngang một đoạn rãnh;

$L$  - khoảng cách giữa hai mặt cắt trên.

Lập bảng tính toán khối lượng đất đào (bảng 1.1).

**Bảng 1.1. Bảng tính toán khối lượng đất đào**

Cọc mốc	Chiều cao tiết diện h (m)	Diện tích tiết diện F (m <sup>2</sup> )	$\frac{F_1 + F_2}{2}$	Khoảng cách giữa các tiết diện L (m)	Khối lượng đất V (m <sup>3</sup> )
0	2	6,68			
			7,17	100	717
1	2,2	7,65			
			10,48	100	1048
2	3,2	13,3			
			15,4	40	615
2 + 40	3,84	17,5			
			14,75	60	885
	3	3	12		
			16,1	100	1610
4	4,2	20,2			
			22,15	100	2215
5	4,7	24,1			
6	4,5	22,6			
			23,35	100	2335
7	4,7	24,1			
		<b>Tổng cộng</b>	-	-	<b>11760</b>

Khi đào rãnh để lại lớp bảo vệ nền, dày 20cm với khối lượng:

$$700 \times 2 \times 0,2 = 280\text{m}^3$$

Thể tích chiếm bởi ống bê tông cốt thép đường kính 1m là:

$$\frac{3,14 \times 1^2}{4} \times 700 = 550\text{m}^3$$

Khối lượng đất để lấp rãnh với hệ số tới cuối cùng  $K_0 = 1,03$ , quy về trạng thái đất nguyên thổ, là:

$$\frac{11760 - 550}{1,03} = 10900\text{m}^3$$

Khối lượng đất dư thừa là:  $11700 - 10900 = 860\text{m}^3$



**Bảng 1.2. Bảng tóm tắt các khối lượng công tác đất  
(quy về trạng thái đất nguyên thổ)**

Khối lượng đất đào bằng máy	Khối lượng hốt lớp đất bảo vệ nền	Khối lượng đất lấp rãnh	Khối lượng đất thừa mang đi xa chỗ
11480m <sup>3</sup>	280m <sup>3</sup>	10900m <sup>3</sup>	860m <sup>3</sup>

**Bài toán 1.2: Chọn phương án thi công đào đất hố móng**

*Đào một hố móng có kích thước 40 × 50m, sâu 2m, trong đất cấp II. Đất đào sẽ bốc lên xe tải đem ra ngoài thành phố.*

*Chỉ có thể thuê được một máy đào, mang gầu giữa 0,5m, gầu dây 0,5m<sup>3</sup>, gầu sấp 0,5m<sup>3</sup> với giá thuê 1120 đồng/ca. Máy đào có 3 công nhân phục vụ.*

*Nếu đào đất thủ công thì cần thuê băng tải để bốc đất đào từ dưới hố móng lên xe tải, giá thành thuê băng tải là 210 đồng/ca.*

*Tính xem phương án thi công nào có lợi.*

Máy đào gầu giữa đứng làm việc dưới đáy hố móng nên phải làm đường cho xe máy lên xuống hố. Khối lượng đào đường khoảng 100m<sup>3</sup>. Con đường này rồi cũng phải lấp lại.

Dùng gầu xấp và gầu dây thì không cần làm đường cho xe, máy lên xuống.

**1. Trường hợp dùng gầu giữa**

Khối lượng đất hố móng:  $40 \times 50 \times 2 = 4000\text{m}^3$

Năng suất một ca máy là:  $280 \text{ m}^3/\text{ca}$  (phụ lục 2).

**Bảng 1.3. Tiến độ thi công đào rãnh đường ống**

Tên công việc	Khối lượng công việc	Năng suất m³/ca	Mã máy và công nhân	Thời gian thi công (ngày)	Số ca trong ngày	Số ngày làm việc												
						2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
Đào rãnh trong đất cấp II	11480	320	Máy đào E-505	18	2													
Sửa đáy rãnh bằng thủ công	280	6	3 thợ đào đất	16	1													
Lắp rãnh khoảng cách vận chuyển đất: 5m	109000	600	Máy ủi DT-54	4	2													
Vận chuyển đất thừa đi đổ xa: 60m	860	150	Máy ủi DT-54	3	2													
Đặt ống																		

Đất từ trên bờ đổ xuống lấp hố, theo định mức là  $5,5m^3$  cho một công. Vậy mất  $\frac{100}{5,5} = 18$  công lấp đường. Tiền chi vào việc lấp đường lên xuống của xe máy là:  $14 \times 18 = 252$  đồng.

Thời gian hoàn thành công tác đất là:

$$\frac{4000 + 100}{280} + 1 = 16 \text{ ca}$$

Giá tiền đào  $1\text{m}^3$  đất là:

$$\frac{252}{100} + \frac{1120 \times 15}{4000} = 6,86 \text{ đồng}$$

Số công lao động để đào  $1\text{m}^3$  đất là:

$$\frac{15 \times 3 + 18}{4000} = 0,0161 \text{ công/m}^3$$

## **2. Trường hợp dùng gầu xấp**

Năng suất mỗi ca:  $200\text{m}^3/\text{ca}$

Thời gian công tác:  $\frac{400}{200} = 20 \text{ ca}$

Giá tiền đào  $1\text{m}^3$  đất:  $\frac{1120,00 \times 20}{4000} = 5,5 \text{ đồng}$

Số công lao động để đào  $1\text{m}^3$  đất là:

$$\frac{3 \times 20}{4000} = 0,015 \text{ công/m}^3$$

## **3. Trường hợp dùng gầu dây**

Năng suất mỗi ca:  $192\text{m}^3$

Thời gian công tác:  $\frac{4000}{192} = 21 \text{ ca}$

Giá tiền đào  $1\text{m}^3$  đất:  $\frac{1120 \times 21}{4000} = 5,9 \text{ đồng}$

## **4. Trường hợp đào đất thủ công**

Năng suất:  $4\text{m}^3/\text{công}$

Tổ công nhân gồm 10 người đào đất và một băng tải phục vụ vận chuyển đất đổ vào xe tải.

Nếu định đào hố móng trong 20 ca (như thi công cơ giới) thì cần có 5 tổ thợ, tức 50 người đào đất và 5 băng tải.

Chi phí đào đất gồm:

Tiền công trả công nhân:  $14 \text{ đồng} \times 1000 = 14.000 \text{ đồng}$

Tiền thuê băng tải:  $210 \text{ đồng} \times 5 \times 20 = 21.000 \text{ đồng}$

Giá tiền đào  $1\text{m}^3$  đất:  $\frac{14000 + 21000}{4000} = 8,7$  đồng

Số công lao động để đào  $1\text{m}^3$  đất:

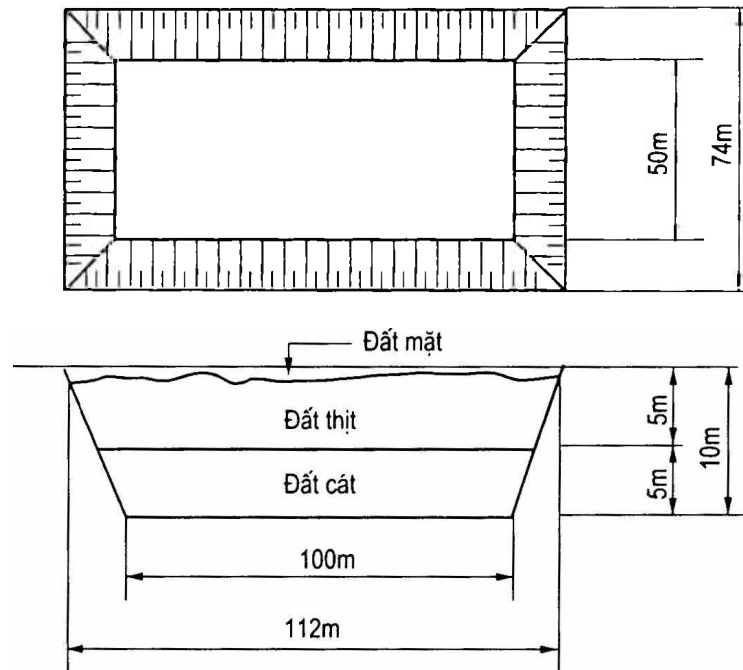
$$\frac{1}{4} = 0,25 \text{ công/m}^3$$

**Bảng 1.4. Bảng chỉ tiêu các phương án đào hố móng**

Phương án thi công	Thời gian thi công (ngày)	Giá tiền	Công lao động
		$1\text{m}^3$ đất đào	
Đào bằng gầu ngựa	16	6,86	0,016
Đào bằng gầu xấp	20	5,6	0,015
Đào bằng gầu dây	21	5,9	0,0158
Đào bằng thủ công	20	8,7	0,25

Nếu yếu tố thời gian không phải là quyết định thì phương án đào hố móng bằng máy đào mang gầu xấp là phương án kinh tế nhất.

### Bài toán 1.3: So sánh các phương án đào đất



**Hình 1.2**

Đào một hố móng (xem hình 1.2) sâu 10m và đổ đất đi xa bằng xe ô tô tải. Chọn một trong các phương án thi công sau:

1. Đào hết chiều sâu bằng máy đào gầu ngựa.

2. Đào hết chiều sâu bằng máy đào gầu dây.

3. Đào lớp trên, sâu 5m, bằng gầu ngựa, còn lớp dưới đào bằng gầu dây.

Thể tích lớp 5m trên, gồm cả đất mặt có lẫn rác rưởi (đất cấp III) là  $38.000\text{m}^3$ .

Thể tích lớp đất bên dưới (đất cát thuộc cấp I) là  $27.000\text{m}^3$ .

Nếu dùng gầu ngựa thì phải làm đường lên xuống hố cho máy đào và xe tải.

Khối lượng đào đường trong phương án 1 là  $3600\text{m}^3$ .

Khối lượng đào đường trong phương án 3 là  $900\text{m}^3$ .

Ở đây khối lượng đất đào khá lớn, vậy chọn loại gầu dung tích  $1\text{m}^3$ .

So sánh các phương án thi công dựa trên ba yếu tố: thời gian, giá thành và công lao động.

Không xét vấn đề vận chuyển đất đào đi xa bằng xe tải, vì giá thành và công vận chuyển trong cả phương án đều gần bằng nhau.

#### a) Phương án thứ nhất

Khối lượng lớp đất cấp III ở tầng trên là:

$$38000 + 900 = 38900\text{m}^3$$

Khối lượng lớp đất cấp I ở tầng dưới là:

$$27000 + 2700 + 29700\text{m}^3$$

Số ca máy đào gầu ngựa:

$$\frac{38900}{59 \times 8 \times 0,85} + \frac{29700}{72 \times 8 \times 0,85} = 158 \text{ ca máy}$$

Mỗi máy đào có 3 công nhân phục vụ.

Số công lao động:  $158 \times 3 = 474$  công

Tiền thuê máy đào (phụ lục 1):  $2790 \times 158 = 440820$  đồng

Khối lượng đất đường lên xuống cũng phải dùng ô tô để vận chuyển đi, rồi lại vận chuyển đất về để lấp. Nếu lấy năng suất xe ô tô là  $50 \text{ m}^3/\text{ca}$  thì:

Số ca vận chuyển đất làm đường lên xuống là:

$$\frac{2 \times 3600}{50} = 144 \text{ ca}$$

Số công lái xe là: 144 công

Nếu năng suất máy ủi lấp rãnh đường lên xuống là  $450 \text{ m}^3/\text{ca}$ , thì:

Số ca máy ủi là:  $\frac{3600}{450} = 8 \text{ ca}$

Tiền thuê máy ủi là:  $120 \times 8 = 7600$  đồng

## THIẾT KẾ TỔ CHỨC THI CÔNG

---

Giá thuê xe ô tô tải để vận chuyển đất là 4,5 đồng cho 1 tấn-km, tức 7,4 đồng cho  $1\text{m}^3/\text{km}$ ; thì giá tiền đổ đất đi xa 2km là:

$$7,4 \times 3.600 \times 2 = 53.000 \text{ đồng}$$

Giá tổng cộng:  $440.820 + 7.600 + 53.000 = 501.420 \text{ đồng}$

Nếu sử dụng hai máy đào để thi công hố móng thì thời gian thi công là:

$$\frac{158}{2} + 8 = 87 \text{ ngày}$$

Số công lao động:  $474 + 144 + 8 = 624 \text{ công}$

### ***b) Phương án thứ hai***

Khối lượng đất đào là:  $38.000 + 27.000 = 65.000\text{m}^3$

Số ca máy đào đất gầu dây:  $\frac{65000}{50 \times 8 \times 0,85} = 191 \text{ ca}$

Tiền thuê máy đào:  $2790 \times 191 = 532.890 \text{ đồng}$

Thời gian thi công:  $\frac{191}{2} = 95,5 \text{ ngày}$

Số công lao động:  $191 \times 3 = 573 \text{ công}$

### ***c) Phương án thứ ba***

Số ca máy cần thiết:  $\frac{38900}{59 \times 8 \times 0,85} + \frac{27000}{50 \times 8 \times 0,85} = 177 \text{ ca máy}$

Số công lao động đào đất:  $177 \times 3 = 531 \text{ công}$

Số công lái xe chở đất rãnh đường lên xuống là:

$$\frac{2 \times 900}{50} = 2 \text{ ca} = 36 \text{ công}$$

Số ca máy ủi lấp đất là:  $\frac{900}{450} = 2 \text{ ca máy}$

Tiền thuê máy đào:  $2790 \times 177 = 493.830 \text{ đồng}$

Tiền thuê máy ủi:  $1200 \times 2 = 2.400 \text{ đồng}$

Tiền thuê ô tô tải lấy là:  $53.000 \text{ đồng}$

Tổng cộng:  $549.230 \text{ đồng}$

Thời gian thi công:  $\frac{177}{2} + 2 = 90,5 \text{ ngày}$

Số công lao động:  $531 + 36 + 2 = 569 \text{ công}$

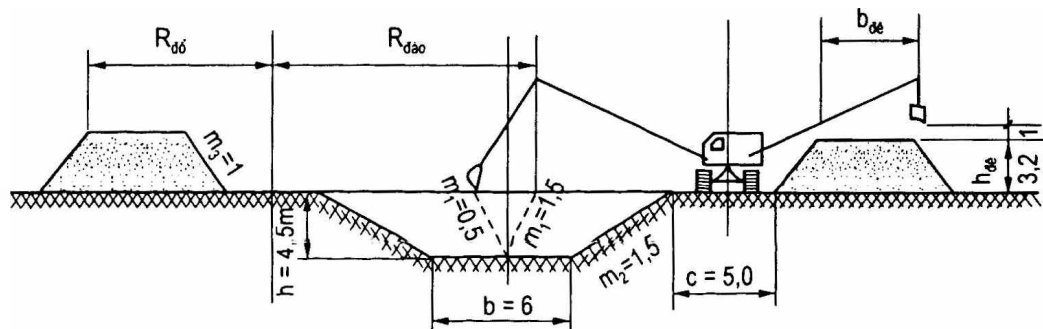
**Bảng 1.5. Bảng tổng kết so sánh**

Phương án	1	2	3
Thời gian thi công	87	95,5	90,5
Số công lao động	624	573	569
Giá thành	501.420	532.890	549.230

Vậy phương án thứ nhất đáng được chọn.

**Bài toán 1.4: Chọn máy đào gầu dây**

Chọn một máy đào gầu dây để đào một con kênh có kích thước:  $b = 6,0m$ ;  $h = 4,5m$ ; mái dốc  $m = 1,5$  và đào theo sơ đồ như hình 1.3.



**Hình 1.3**

Đất thuộc loại sét pha cát

Ta chọn máy đào gầu dây theo những điều kiện sau:

- Bán kính đào đất lớn nhất:  $R_{\text{đào}} \geq m_1 g + 0,5b + m_2 h + 0,5c$
- Bán kính đổ đất lớn nhất:  $R_{\text{đổ}} \geq 0,5c + m_3 h_{\text{đ}} + b_{\text{đ}}$
- Độ sâu đào đất lớn nhất:  $H_{\text{đào}} \geq h$
- Chiều cao đổ đất lớn nhất:  $H_{\text{đổ}} \geq h_{\text{đ}} + (0,5 \div 1,0)$

Muốn xác định các thông số kỹ thuật của máy đào gầu dây, cần phải tính chiều rộng mặt trên ( $b_{\text{đ}}$ ) của đê, với điều kiện là khối lượng của hai con đê (kể cả hệ số đất tơi  $k_0$ ) bằng khối lượng hố đào.

$$V = h(b + m_2 h) = 4,5(6,0 + 1,5 \cdot 4,5) = 57,4 \text{ m}^3/\text{m.dài}$$

$$2V_{\text{đ}} = V k_0 = 57,4 \times 1,15 = 66 \text{ m}^3/\text{m.dài} \rightarrow V_{\text{đ}} = 33 \text{ m}^3/\text{m.dài}$$

Diện tích tiết diện ngang con đê là:  $F_{\text{đ}} = 33 \text{ m}^2$ .

Chiều rộng mặt trên của đê là:

$$b_{đê} \frac{F_{đê}}{h_{đê}} - m_3 \cdot h_{đê} = \frac{33}{3,2} - 1,0 \times 3,2 = 7,1m$$

Các điều kiện thi công bằng gầu dây:

$$R_{đào} \geq m_1 h + 0,5b + m_2 h + 0,5c =$$

$$= 0,5 \times 4,5 + 0,5 \times 6 + 1,5 \times 4,5 + 0,5 \times 5,0 = 14,5m$$

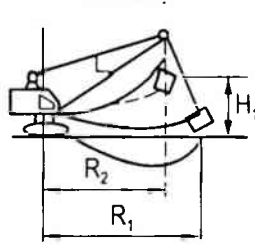
$$R_{đổ} \geq 0,5c + m_3 h_{đê} + b_{đê} = 0,5 \times 5,0 + 1,0 \times 3,2 + 7,1 = 12,8m$$

$$H_{đào} \geq h = 4,5m$$

$$H_{đổ} \geq h_{đê} + 1,0 = 4,2m$$

Theo những điều kiện trên, ta chọn máy đào gầu dây E-801, dung tích gầu  $0,75m^3$ , tay cần dài 14,0m (xem bảng 1.6).

**Bảng 1.6. Những tính năng kỹ thuật của máy đào mang gầu dây**

<p>Những tính năng kỹ thuật</p> 	Loại máy đào					
	E-1513	E-303	E-505A và E-652	E-801	E-1004A	E-1262
	Dung tích gầu ( $m^3$ )					
	0,15	0,35	0,5	0,75	1	1
Chiều dài tay cần L (m)	7,5	10,5	13	14	15	15
Bán kính đào đất lớn nhất $R_1$	-	$\frac{10,5}{9}$	$\frac{14,3}{13,2}$	$\frac{15,1}{12,2}$	$\frac{16,8}{15,2}$	$\frac{16,8}{15,2}$
Chiều cao đổ đất lớn nhất $H_1$	$\frac{3,7}{-}$	$\frac{6,3}{6,06}$	$\frac{5,3}{8}$	$\frac{4,9}{7,8}$	$\frac{5,5}{8,8}$	$\frac{5,5}{8,8}$
Bán kính đổ đất lớn nhất $R_2$	$\frac{6,39}{-}$	$\frac{10}{8,2}$	$\frac{12,5}{10,4}$	$\frac{13,5}{12,2}$	$\frac{14,6}{12,2}$	$\frac{14,6}{12,2}$
Chiều sâu đào đất khi máy đào ngang	$\frac{3,1}{-}$	$\frac{4,7}{3,6}$	$\frac{6,8}{5,9}$	$\frac{7}{5,5}$	$\frac{7,5}{6,8}$	$\frac{7,5}{6,8}$
Chiều sâu đào đất khi máy đào dọc	$\frac{4,45}{-}$	$\frac{7,6}{5,4}$	$\frac{10}{7,8}$	$\frac{10,8}{8,8}$	$\frac{11,7}{9,3}$	$\frac{11,7}{9,3}$

Ghi chú: Tử số ứng với góc nghiêng tay cần  $45^\circ$ .

Mẫu số ứng với góc nghiêng tay cần  $60^\circ$ .



Với góc dốc của cần là  $45^\circ$ , thì các tính năng kỹ thuật của máy đào đó là:

$$R_{\text{đào}} = 15,1\text{m} > 14,5\text{m}$$

$$R_{\text{đổ}} = 13,5\text{m} > 12,8\text{m}$$

$$H_{\text{đào}} = 7,0 > 4,5\text{m}$$

$$H_{\text{đổ}} = 4,9\text{m} > 4,2\text{m}$$

### Bài toán 1.5: Tính tường cừ gỗ chống vách đất hố đào

Tường cừ chống vách đất hố đào gồm những cọc gỗ tròn và những ván ngang, rộng  $h = 18\text{cm}$  (hình 1.4). Các cọc gỗ đóng cách nhau  $l = 1,5\text{m}$  và nhô cao  $H = 1,8\text{m}$ .

Tải trọng tính toán tác dụng lên tường cừ tăng dần theo chiều sâu, theo quy luật tuyến tính, từ trị số  $p_1 = 400\text{ kG/m}^2$  tại mặt đất, tới  $p_2 = 1600\text{ kG/m}^2$  tại đáy hố đào.

Yêu cầu chọn đường kính cọc gỗ và chiều dày ván lát khi cường độ tính toán của gỗ là  $R = 150\text{ kG/cm}^2$ . Điểm ngàm của cọc lấy thấp hơn đáy hố đào một đoạn  $a = 0,2\text{m}$  do tính biến dạng của đất. Tính ván như một dầm đơn, tựa khớp lên cọc.

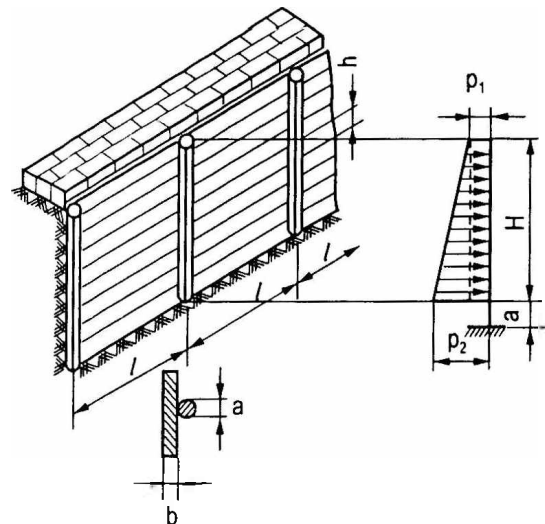
#### Tính cọc

- Mỗi cọc chịu áp lực của ván lát có bề mặt  $s = Hl$ , như vậy tải trọng lên cọc tăng từ:

$$q_1 = p_1 l = 400 \times 1,5 = 600\text{ kG/m}$$

$$\text{tới } q_2 = p_2 l = 1600 \times 1,5 = 2400\text{ kG/m}$$

Mômen uốn lớn nhất tại điểm ngàm của cọc trong đất. Muốn tính mômen này ta phân biểu đồ tải trọng hình thang ra làm hai phần: phần hình chữ nhật có hợp lực  $q_1 H$ , đặt tại điểm giữa chiều cao  $H$ ; phần hình tam giác có hợp lực  $(q_2 - q_1)H/2$ , đặt ở đoạn  $2/3 H$ , tính từ đỉnh cọc.



Hình 1.4

$$\begin{aligned} M_{\text{max}} &= q_1 H(H/2 + a) + (q_2 - q_1)(H/2)(H/3 + a) \\ &= 600 \times 1,8(1,8/2 + 0,2) + (2400 - 600)(1,8/2)(1,8/3 + 0,2) \\ &= 2480\text{kG.m} \end{aligned}$$

Mômen kháng của tiết diện cọc phải là:

$$W \geq \frac{M_{\text{max}}}{R} = \frac{2480 \cdot 10^2}{150} = 1650\text{cm}^3$$

Đối với tiết diện tròn có đường kính D:

$$W_x = W_y \approx 0,1D^3$$

Vậy:  $0,1D_3 \geq 1650$

Rút ra:  $D \geq \sqrt[3]{16500\text{cm}} = 25,5\text{cm}$

Đường kính cây gỗ phải là  $D = 26\text{cm}$ .

### **Tính ván lát**

Tấm ván ngang dưới cùng chịu tải lớn nhất. Tải trọng phân bố đều tác dụng lên tấm ván này bằng:

$$q = p_2h = 1600 \times 0,18 = 288 \text{ kG/m}$$

Tính toán giống như trên, thì thấy chiều dày tấm ván ngang không được nhỏ hơn 4,3cm.

### **Bài toán 1.6: Tính số xe tải phục vụ một máy đào (xúc) đất**

*Tính số lượng xe ben chở đất, trọng tải 3,5 tấn, phục vụ một máy đào đất gầu dây, dung tích gầu 0,5m<sup>3</sup>; khoảng cách vận chuyển đất là 4km; tốc độ xe là 19 km/h. Năng suất máy đào khi đổ đất vào xe tải  $N_{xe} = 30 \text{ m}^3/\text{h}$ .*

\* Các công thức tính toán:

Số lượng xe ben (m) tính bằng công thức:

$$m = \frac{T}{t_{ch}} \quad (1-1)$$

với T là thời gian một chuyến xe, tính bằng phút, xác định như sau:

$$T = T_{ch} + t_{dv} + t_d + t_q \quad (1-2)$$

trong đó:  $t_{ch}$  - thời gian chất hàng lên xe;

$t_{dv}$  - thời gian đi về của xe;

$t_d$  - thời gian dỡ hàng khỏi xe = 1 phút;

$t_q$  - thời gian quay xe = 2 phút.

Thời gian chất hàng lên xe  $t_{ch}$  phụ thuộc vào số gầu đất (n) đổ đầy một xe tải:

$$n = \frac{Q}{\gamma \cdot e \cdot K_{ch}} \quad (1-3)$$

$$t_{ch} = \frac{n \cdot e \cdot K_{ch}}{N} \cdot 60 = \frac{q}{N} \cdot 60 \quad (1-4)$$

với:  $Q$  - trọng tải xe; tấn;

$K_{ch}$  - hệ số chứa đất tươi của gầu;

$\gamma$  - dung trọng đất ở trạng thái nguyên thể, tấn/m<sup>3</sup>;

$e$  - dung tích hình học của gầu đào, m<sup>3</sup>;

$q$  - dung tích xe tải (m<sup>3</sup>) tính theo đất nguyên thể và số gầu chẵn.

Thời gian đi về  $t_{dv}$  của xe tính bằng công thức:

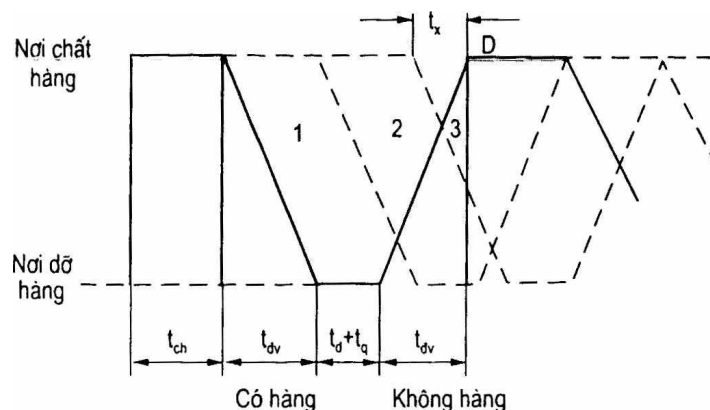
$$t_{dv} = \frac{2L}{v} \cdot 60 \quad (1-5)$$

với:  $L$  - đoạn đường vận chuyển, km;

$v$  - tốc độ xe, km/h; có thể lấy tốc độ chở hàng bằng tốc độ xe về không hàng.

Thời gian dỡ hàng ( $t_d$ ) và thời gian quay xe ( $t_q$ ) phụ thuộc vào điều kiện thi công.

Sự kết hợp làm việc giữa máy đào đất và các xe chở đất có thể biểu diễn bằng đồ thị (hình 1.5).



**Hình 1.5:** Đồ thị vận động của các xe tải  
1. Xe thứ nhất; 2. Xe thứ hai; 3. Xe thứ ba.

Nếu số lượng xe tải ( $m$ ) tính ra là con số nguyên, có nghĩa là lúc chất hàng xong cho chiếc xe cuối cùng và lúc bắt đầu chất hàng cho xe đầu tiên vừa trở về trùng làm một, ở điểm D trên đồ thị.

Nếu đồ thị có khoảng hờ ( $t_x$ ), có nghĩa là thời gian đó máy đào đứng rồi, vì số lượng xe tải nhỏ hơn số tính bởi công thức (1-1). Đoạn  $t_x$  ở bên phải điểm D, là thời gian đứng đợi của xe tải, khi số lượng xe tải lớn hơn con số cho bởi công thức (1-1).

Trường hợp máy đào đổ một phần đất đào lên xe tải để chở đi xa, và đổ phần đất còn lại thành đồng lên bờ hố đào, để dành sau này lấp hố móng, thì số lượng xe tải cần thiết tính bằng công thức:

$$m_l = \frac{T}{t_{ch}} \cdot \mu \quad (1-6)$$

hệ số  $\mu$  tính bằng công thức: 
$$\mu = \frac{K}{\varphi + K}$$

với: 
$$K = \frac{N_d}{N_{xe}}; \quad \varphi = \frac{V_d}{V_{xe}}$$

$N_d$  - năng suất máy đào khi đổ đất thành đống,  $m^3/h$ ;

$N_{xe}$  - năng suất máy đào khi đổ đất vào xe tải;

$V_d$  - lượng đất mà máy đào đổ thành đống,  $m^3$ ;

$V_{xe}$  - lượng đất mà máy đào đổ vào xe tải.

Giải bài toán này, áp dụng các công thức (1-1) đến (1-5), ta có:

$$n = \frac{3,5}{1,6 \times 0,5 \times 0,87} = 5,05, \text{ lấy là 5 gầu}$$

ở đây:  $\gamma$  - dung lượng đất;  $\gamma = 1,6 \text{ tấn}/m^3$ ;

$K_{ch}$  - hệ số chứa đất tươi;  $K_{ch} = 0,85$ .

Dung tích chứa của xe ben:

$$q = n \cdot e \cdot k_{ch} = 5 \times 0,5 \times 0,87 = 2,18 m^3$$

Thời gian chất một xe tải đất:

$$t_{ch} = \frac{2,18}{30} \times 60 = 4,36, \text{ lấy là 4 phút}$$

Thời gian đi về: 
$$t_{dv} = \frac{2.4}{19} = 25 \text{ phút}$$

Thời gian một chuyến xe ben:

$$T = 4 + 25 + 1 + 2 = 32 \text{ phút}$$

Số lượng xe ben cần thiết:

$$m = \frac{32}{4} = 8 \text{ xe}$$

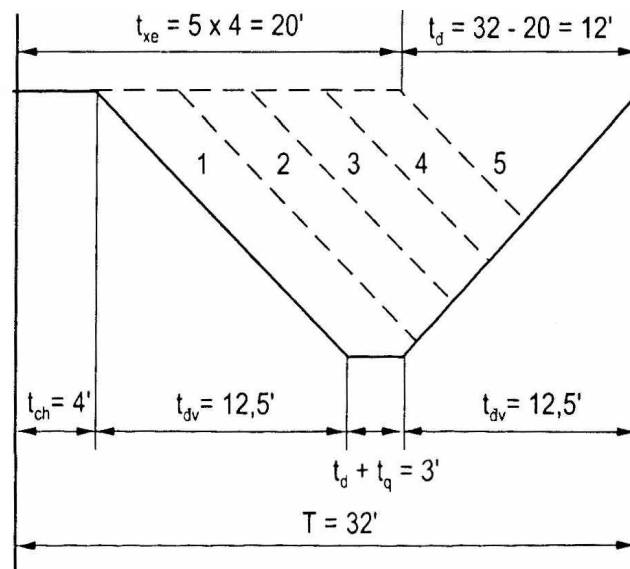
Xét trường hợp máy đào vừa đổ đất thành đống và đổ đất vào xe tải, với:  $V_d = 50\%$  và  $V_x = 50\%$ .

Năng suất máy đào khi đổ đất thành đống:  $N_d = 50 m^3/h$

Năng suất máy đào khi đổ đất vào xe:  $N_{xe} = 30 m^3/h$ .

$$m_1 = \frac{T}{T_{ch}} \cdot \frac{k}{\varphi + k} = \frac{32}{4} \left[ \frac{\frac{50}{30}}{\frac{50}{50} + \frac{50}{30}} \right] = 5 \text{ xe}$$

Với những kết quả tính toán, có thể vẽ đồ thị vận động của các xe tải (hình 1.6), trong đó thời gian chất hàng lên xe mất:  $5 \times 4 = 20$  phút, còn lại 12 phút trước khi chiếc xe đầu tiên trở về, khi đó máy đào đổ đất thành đống.



Hình 1.6: Đồ thị vận động của các xe ô tô tải

Trong 20 phút đổ đất vào xe tải, máy đào làm được  $30 \times \frac{20}{60} = 10\text{m}^3$  còn trong 12 phút

đổ đất thành đống, máy đào làm được:  $50 \times \frac{12}{60} = 10\text{m}^3$ .

Như vậy là:  $\frac{V_d}{V_{xe}} = 1$ ; phù hợp với đầu đề cho.

### Bài 1.7: Dự tính giá thành làm đường tạm thời phục vụ thi công

Tính giá thành vận tải 1 tấn-km đất đá từ công trường khai thác đến công trường san lấp, bằng một đường xe ô tô tạm thời, dài 5km. Phương tiện vận tải gồm 8 xe tải, trọng tải mỗi xe là 9 tấn.

Hàng ngày mỗi xe chạy 12 chuyến.

Thời gian khai thác con đường là 6 năm.

Ước tính giá mỗi km đường tạm thời khoảng: 900 triệu đồng.

Vốn đầu tư làm 5km đường là:

$$E = 900 \times 5 = 4500 \text{ triệu}$$

Thời gian khai thác đường trong 6 năm, tức là:

$$T = 300 \times 6 = 1800 \text{ ngày làm việc}$$

Tiền bảo quản, sửa chữa đường chiếm khoảng 18% vốn ban đầu, vậy mỗi ngày cần chi:

$$a = \frac{4500 \times 0,18}{1800} = 0,45 \text{ triệu/ngày}$$

Tiền nhiên liệu, dầu mỡ:  $b = 1,95$  triệu.

Tiền sửa chữa, bảo quản xe máy:  $c = 4,6$  triệu.

Tiền lương công nhân và nhân viên phục vụ:  $d = 6,3$  triệu.

Chi phí tổng cộng cho việc khai thác con đường hàng ngày:

$$H = a + b + c + d = 0,45 + 1,95 + 4,6 + 6,3 = 13,3 \text{ triệu/ngày}$$

Chi phí bốc đất đá lên xe tải:  $B = 9,6$  triệu/ngày.

Sau thời gian khai thác có thể chuyển nhượng lại con đường đó cho một đơn vị sản xuất khác có nhu cầu và thu hồi được  $(0,1 - 0,2)E$ , vốn làm đường ban đầu.

Chi phí cho việc vận chuyển hàng ngày:

$$C = \frac{E}{T} + H + B = \frac{0,9 \times 4500}{1800} + 13,3 + 9,6 = 25,15 \text{ triệu}$$

Nếu lấy:

- Hệ số sử dụng trọng tải xe 9 tấn là  $k_1 = 0,8$ .

- Hệ số sử dụng không đều hoà con đường hàng ngày là  $k_2 = 1,2$ .

Khối lượng vận chuyển hàng ngày là:

$$Q = 1,2 \times 9 \text{ tấn} \times 8 \text{ xe} \times 0,8 \times 12 \text{ chuyến} \times 5 \text{ km} = 4147 \text{ tấn-km}$$

Giá 1 tấn-km vận chuyển là:

$$G = \frac{C}{Q} = \frac{25,15}{4147} = 0,06 \text{ triệu hay } = 6000 \text{ đồng/tấn-km}$$

### Bài toán 1.8: Chọn đầm nện để đầm gia cố nền đất

Người ta dự định đầm lên gia cường đất đáy hố móng trước khi xây dựng công trình (hình 1.7). Yêu cầu tính toán chế độ đầm nện sao cho đất đầm (sét pha cát nhẹ) không bị phá hoại dưới các nhát đầm.

Dựa trên cơ sở lí thuyết và thực nghiệm người ta đưa ra những công thức về các thông số đầm nện như sau:

Cạnh  $a$  của tấm đầm nện dạng hình vuông xác định theo công thức:

$$a = \sqrt[3]{\frac{3Q(5k - 3k^2 - 2)}{0,7\gamma(k - 1)}} \quad \text{cm}$$

với:  $Q$  - trọng lượng tấm nện, kg;

$\gamma$  - dung trọng đất đầm  $\text{kg/m}^3$ ;

$k$  - hệ số hồi giả của nhát đầm:  $k = 0,25$ .

Chiều dày (h) lớp đất được đầm:  $h \approx 0,7a$ .

Chiều cao tấm nện rơi:

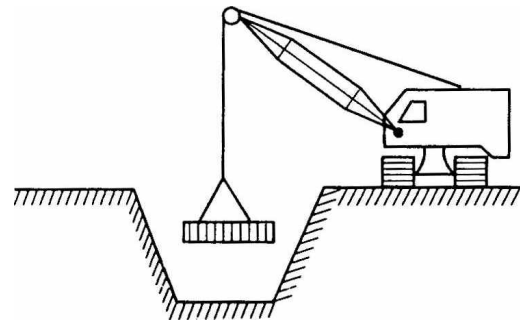
$$H = \frac{\sigma_{gh}^2 \cdot h \cdot a^2}{2QE} \quad \text{cm}$$

với:  $E$  - môđun biến dạng của đất đầm,  $\text{kG/cm}^2$ ;

$E = 150 \div 200 \text{ kG/cm}^2$  đối với đất rời;

$E = 200 \text{ kG/cm}^2$  đối với đất dính;

$\sigma_{gh}$  - cường độ giới hạn của đất ( $\text{kg/cm}^2$ ), để cơ cấu đất không bị phá hoại khi đầm.



Hình 1.7: Gia cố nền bằng đầm nện

Bảng 1.7.

Loại đất	$\sigma_{gh}$ , $\text{kG/cm}^2$
Đất dính ít (cát pha sét nhẹ)	6 - 8
Đất dính trung bình (cát pha sét trung bình)	8 - 11
Đất dính nhiều (sét pha cát chắc)	11 - 16
Đất rất dính (sét)	16 - 20

**Ghi chú:** Đầm nện dùng được cho mọi loại đất (dính và rời), đất sét khô đóng cục, đất đá sỏi.

Ví dụ: Cho  $Q = 3000\text{kg}$ ;  $\gamma = 0,002 \text{ kg/cm}^3$ ;  $k = 0,25$ ;  $\sigma_{gh} = 8 \text{ kG/cm}^2$ ;  $E = 150 \text{ kG/cm}^2$ .

Cạnh của tấm nện hình vuông:

$$a = \sqrt[3]{\frac{3 \times 3000(5 \times 0,25 - 3 \times 0,25^2 - 2)}{0,7 \times 0,002 \times (0,25 - 1)}} \approx 180\text{cm}$$

Chiều dày lớp đất được đầm:  $h = 0,7 \times 1,8 \approx 130\text{cm}$ .

Chiều cao tấm nền rơi:  $H = \frac{8^2 \times 130 \times 180^2}{2 \times 3000 \times 150} \approx 3\text{m}$

**Bài toán 1.9: Chọn đầm lăn để lèn chặt đất đắp**

Chọn các thông số của đầm lăn mặt nền dùng để đầm lèn đất sét pha cát chắc có:

Độ ẩm tự nhiên  $W = 15\%$

Độ ẩm thích hợp cho việc đầm lèn:  $W_0 = 18\%$

Dung trọng khô:  $\gamma = 1,6 \text{ T/m}^3$

Chiều dày lớp đất rải:  $h_0 = 20\text{cm}$

Cường độ giới hạn của đất để cơ cấu đất không bị phá hoại khi đầm lèn (theo bảng 1.7):

$$\sigma_{gh} = 14 \text{ kG/cm}^2$$

Môđun biến dạng của đất dính:  $E = 200 \text{ kG/cm}^2$

Do đất đắp khô, muốn nâng cao hiệu quả đầm chặt đất phải tưới ẩm đất cho đạt tới độ ẩm thích hợp cho việc đầm lèn.

Công thức tính lượng nước tưới ẩm cho  $1\text{m}^3$  đất là:

$$N = \frac{\gamma_c(W_0 - W)}{\gamma_n \times 100}$$

với:  $\gamma_n$  - dung lượng của nước:  $\gamma_n = 1 \text{ T/m}^3$ .

$$N = \frac{1,6(18 - 15)}{1 \times 100} = \frac{4,8}{100} \text{ hay } 48 \text{ l/m}^3$$

Cộng thêm vào lượng nước này một lượng nước phòng hao hụt khi vận chuyển đất, tùy theo thời tiết lúc thi công.

Chiều dày lớp đất rải tốt nhất xác định bằng công thức thực nghiệm:

$$h_0 = \alpha \frac{W}{W_0} \sqrt{qR} \quad (\text{chỉ áp dụng khi } W < W_0)$$

Đối với đất dính:  $\alpha = 0,28$

Đối với đất rời:  $\alpha = 0,35$

R - bán kính ống lăn, cm;

q - áp suất tuyến tính của ống lăn lên đất,  $\text{kG/cm}^2$ .

Cho biết bán kính ống lăn  $R = 80\text{cm}$  và chiều dày lớp đất rải  $h_0 = 20\text{cm}$ ; vậy:

$$20 = 0,28 \times 1 \times \sqrt{80 \cdot q}$$

Rút ra:  $q = 68 \text{ kG/cm}$ .



Ứng suất tối đa  $\sigma_{\max}$  mà đầm lăn tác dụng lên mặt đất xác định bằng công thức:

$$\sigma_{\max} = \sqrt{\frac{qE}{R}} = \sqrt{\frac{68.200}{80}} = 12.5 \text{ kG/cm}^2 < \sigma_{gh}$$

Ứng suất  $\sigma_{\max}$  này không được lớn hơn cường độ giới hạn  $\sigma_{gh}$  của đất đầm (xem bảng 1.7).

Chiều dài ống lăn lấy là:  $b = 1,1D = 1,1 \times 160 = 176\text{cm}$

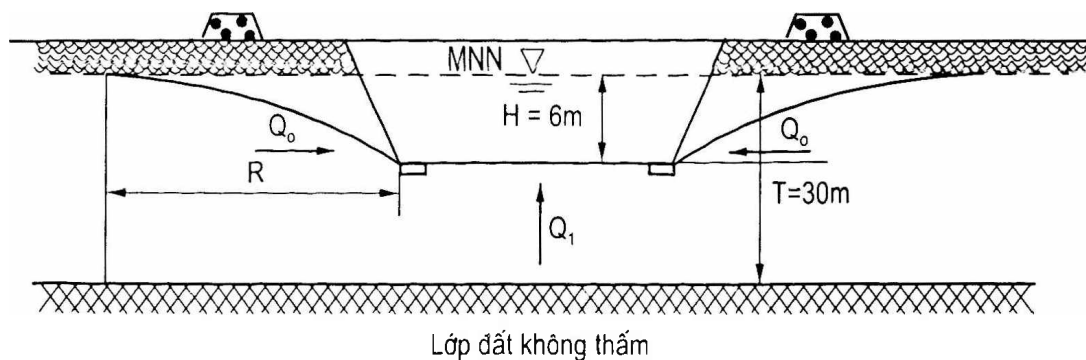
với D là đường kính ống lăn.

Trọng lượng ống lăn:  $Q = q.b = 68 \times 176 = 11.900\text{kg}$ .

### Bài toán 1.10: Tính lượng nước ngấm thấm vào hố móng

Để giữ khô hố đào nằm trong đất có nước ngầm trong thời gian thi công móng, người ta áp dụng phương pháp hút nước thấm lộ thiên, tức đào rãnh thu nước bao quanh đáy hố và dẫn nước thấm đến giếng bơm.

Yêu cầu tính lưu lượng nước thấm vào hố móng (hình 1.8).



Hình 1.8

- Diện tích đáy hố móng:  $F = 20 \times 76\text{m} = 152\text{m}^2$
- Độ sâu đáy hố móng so với mực nước ngầm (MNN):  $H = 6\text{m}$ .
- Độ sâu từ mực nước ngầm đến lớp đất không thấm:  $T = 30\text{m}$ .
- Hệ số thấm của đất nền:  $k = 10\text{m/ngày đêm}$ .
- Lưu lượng nước thấm không áp lực  $Q_0$  tính bằng công thức:

$$Q_0 = \frac{1,36kH^2}{\lg \frac{A+R}{A}}$$

với: A - bán kính biểu kiến của hố móng:  $A = \sqrt{\frac{F}{\pi}} = \sqrt{\frac{152}{\pi}} = 7\text{m}$

R - bán kính ảnh hưởng:  $R = 2H\sqrt{H.k} = 2 \times 6\sqrt{6 \times 10} = 92\text{m}$

Vậy:

$$Q_0 = \frac{1,36 \times 10 \times 36}{\lg \frac{7+92}{7}} = \frac{490}{1,14} = 430 \text{ m}^3/\text{ngày đêm, hay} = 18 \text{ m}^3/\text{h}$$

• Lưu lượng nước thấm áp lực  $Q_1$ :

$$Q_1 = k_1 \cdot F \cdot H$$

$$Q_1 = 0,16 \times 152 \times 6 = 146 \text{ m}^3/\text{h}$$

với  $k_1$  là hệ số thấm áp lực trên  $1\text{m}^2$  diện tích đáy móng cho mỗi mét cột nước, tùy theo loại đất:

Loại đất	Hệ số thấm áp lực $k_1$ ( $\text{m}^3/\text{h}$ )
Cát nhỏ hạt	0,16
Cát trung bình	0,24
Cát to hạt	0,30
Sỏi cuội lẫn cát	0,35

• Lưu lượng nước mưa  $Q_m$ :

$$Q_m = \frac{F \cdot h \cdot m}{24}, \text{ m}^3/\text{h}$$

với:  $h$  - lượng nước mưa trung bình hàng ngày trong mùa mưa,  $m$ ;

$m$  - hệ số tính thêm lượng nước mưa trên bề mặt chạy quanh hố móng, giữa rãnh thu nước hoặc con trạch đắp ngăn nước mặt, đến mép hố móng:  $m = 1 \div 1,5$ .

$$Q_m = \frac{152 \times 0,05 \times 1,2}{24} = 3,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

ở đây lấy:  $h = 0,05 \text{ m/ngày}$  và  $m = 1,2$ .

• Lưu lượng nước chảy vào hố móng:

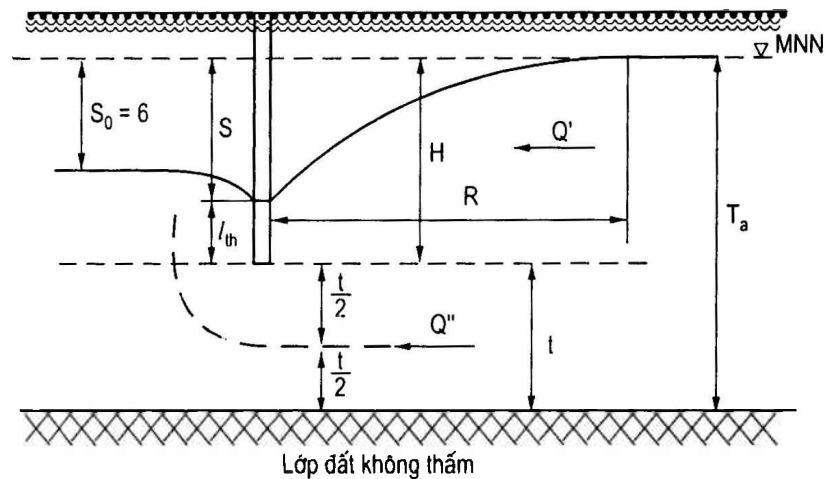
$$Q = Q_0 + Q_1 + Q_m = 18 + 146 + 3,5 = 168 \text{ m}^3/\text{h}$$

Chọn máy bơm và số lượng máy bơm có đủ năng suất để giữ khô hố móng.

### Bài toán 1.11: Hạ mực nước ngầm bằng ống kim lọc hay giếng lọc

Kích thước miệng hố móng  $50 \times 20\text{m}$ ; độ sâu đến lớp đất không thấm  $T = 30\text{m}$ , hệ số thấm  $k = 10 \text{ m/ngày đêm}$ ; độ sâu hạ mực nước ngầm ở giữa hố móng  $S_0 = 6\text{m}$  (hình 1.9).

*Yêu cầu: Tính số lượng giếng lọc hạ mực nước ngầm cho hố móng*



Hình 1.9: Sơ đồ tính lượng nước ngấm thấm vào giếng lọc

Độ sâu hạ thấp mực nước trong giếng khoan là:

$$S = S_0 + 2 = 8\text{m}$$

Độ sâu của giếng không hoàn chỉnh này là:

$$H = S + l_{\text{thấm}} = 8 + 7 = 15\text{m}$$

Bán kính biểu kiến của hố móng:

$$a = \sqrt{\frac{50 \times 20}{\pi}} = 18\text{m}$$

Bán kính ảnh hưởng:  $R = 2S\sqrt{H \cdot k} = 2 \times 8\sqrt{15 \times 10} = 196\text{m}$

- Lượng nước thấm không áp lực:

$$Q' = \frac{1,36k(2H - S)S}{\lg \frac{A + R}{A}} = \frac{1,36 \times 10(2 \times 15 - 8) \times 8}{\lg \frac{18 + 196}{18}}$$

$$= \frac{2393,6}{\lg 11,89} = \frac{2393,6}{1,07} = 2236 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$$

- Lượng nước thấm có áp lực tính bằng công thức:

$$Q'' = \frac{2,72S_0tk}{\lg \frac{A + R}{A - \frac{t}{2}}}$$

Ở đây chiều dày lớp đất chứa nước dưới đáy giếng rất lớn, vậy phải xác định vùng ảnh hưởng, nghĩa là vùng sâu bằng chiều dày  $T_a$  của lớp đất có khả năng cung cấp nước cho giếng. Trị số  $T_a$  này xác định theo bảng 1.8.

**Bảng 1.8**

$\frac{S_0}{H}$	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0
$\frac{T_a}{H}$	1,3	1,5	1,7	1,85	2,0

Ở đây:

$$\frac{S_0}{H} = \frac{6}{15} = 0,4, \text{ vậy } T_a = 15 \times 1,6 = 24\text{m}$$

$$t = 24 - 15 = 9\text{m}$$

$$Q'' = \frac{2,72 \times 6 \times 9 \times 10}{\lg \frac{18+196}{18-\frac{9}{2}}} = \frac{1468,8}{\lg 15,85} = \frac{1468,8}{1,2} = 1224 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$$

- Lưu lượng tổng cộng:

$$Q = Q' + Q'' = 2236 + 1224 = 3460 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$$

Số lượng ống kim lọc hay giếng lọc cần thiết để hút lưu lượng nước thấm  $Q$  vào hố móng, ấn định bằng công thức:

$$n = \frac{Q}{q} \cdot m$$

với:  $m$  - hệ số dự trữ:  $m = 1,2$ ;

$q$  - khả năng hút nước của một ống lọc hay một giếng lọc:

$$q = F \cdot v = 2pr_{th}v, \quad \text{m}^3/\text{ngày đêm}$$

$F$  - diện tích mặt ngoài ống lọc,  $\text{m}^2$ ;

$v$  - tốc độ nước thấm được vào ống lọc,  $\text{m}/\text{ngày đêm}$ .

Đối với các ống kim lọc và các ống giếng hút sâu được hạ bằng xói nước thì bán kính  $r$  của giếng thường lớn hơn bán kính của ống là  $4 \div 6\text{cm}$ ; vậy phải tính với bán kính giếng.

$$v = 60\sqrt[4]{k}, \text{ với } k \text{ là hệ số thấm của đất.}$$

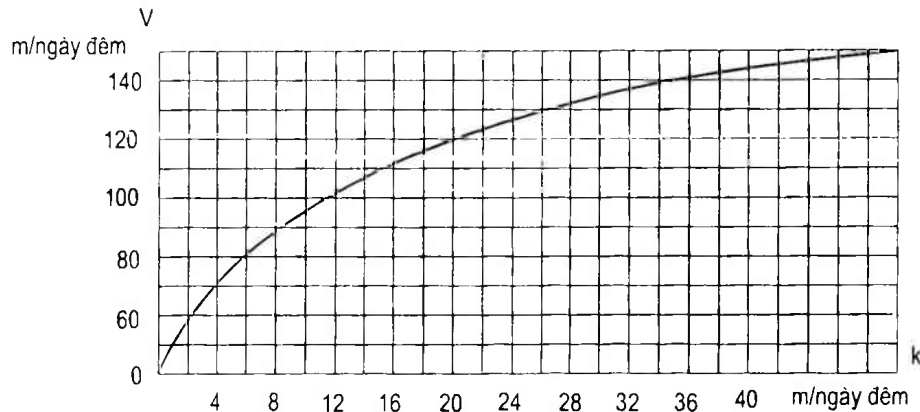
Có thể xác định  $v$  bằng đồ thị (hình 1.10):

$$v = 110 \text{ m}/\text{ngày đêm}$$

$$q = 2\pi(0,03 + 0,05)7 \times 110 = 386 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$$

Số giếng lọc:

$$n = \frac{Q}{q} m = \frac{3460}{386} \times 1,2 = 10,76 \text{ lấy } 12$$



**Hình 1.10:** Đồ thị xác định trị số tốc độ nước thấm vào giếng lọc

Khoảng cách giữa các giếng lọc:

$$c = \frac{(50 + 20)2}{12} = 11,65\text{m lấy là } 10\text{m}$$

Chọn máy bơm có năng suất lớn hơn:

$$\frac{3460}{24} = 145 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Bài toán 1.12: Chọn búa rung để hạ cọc và cừ

Trình tự chọn các thông số của búa rung hạ cọc như sau:

- Xác định lực cản chống cắt tối hạn (T) của đất ở độ sâu hạ cọc, cừ theo các số liệu địa chất.
- Chọn biên độ rung (A), tần số rung (n) và mômen các trục lệch tâm (K) của búa rung.
- Xác định trọng lượng tối thiểu (Q) của búa rung.

**Ví dụ 1:** Chọn các thông số của búa rung để hạ tấm cừ thép với các điều kiện như sau: tấm cừ hạ trong đất cát bão hòa nước và đất thịt mềm có xen lẫn những lớp sỏi. Độ sâu hạ cừ là 15m. Tấm cừ nặng 1400kg (dài 20m).

Theo bảng 1.9 và 1.10, ta có những số liệu ban đầu phục vụ tính toán như sau:

- Lực chống cắt đất:  $\tau = 1,7 \text{ tấn/m hay } 17 \text{ kG/cm}^2$
- Biên độ rung:  $A = 5\text{mm}$

**Bảng 1.9**

Loại đất	Lực cản chống cắt ( $\tau$ )				
	Đối với cọc ( $\text{tấn/m}^2$ )			Đối với tấm cừ ( $\text{tấn/m}$ )	
	Cọc ống thép (mũi kín)	Cọc bê tông	Cọc ống bê tông (hở mũi)	Loại nhẹ	Loại nặng
- Cát bão hòa nước - Đất thịt khá dẻo	0,6	0,7	0,5	1,2	1,4
Cũng những đất trên có xen đất cuội sỏi	0,8	1,1	0,7	1,7	2,0
Đất thịt ít dẻo	1,5	1,8	1,0	2,0	2,5
Đất thịt rắn chắc	2,5	3,0	2,0	4,0	5,0

**Bảng 1.10**

	Biên độ rung động thích hợp A (mm)						Áp suất nén cần thiết (kG/cm <sup>2</sup> ) P
	Các loại đất rời			Các loại đất dính			
Tần số rung động trong một phút (n)	300 ÷ 700	800 ÷ 1000	1200 ÷ 1500	400 ÷ 700	800 ÷ 1000	1200 ÷ 1500	
- Tấm cừ thép - Cọc ống thép hở mũi - Cọc có tiết diện ≤ 150 cm <sup>2</sup>		8 ÷ 10	4 ÷ 6		10 ÷ 12	6 ÷ 8	1,5 ÷ 3,0
- Cọc ống thép mũi kín có tiết diện ≤ 800 cm <sup>2</sup>		10 ÷ 12	6 ÷ 8		12 ÷ 15	8 ÷ 10	4 ÷ 5
- Cọc bê tông có tiết diện ≤ 2000cm <sup>2</sup>	12 ÷ 15			15 ÷ 20			6 ÷ 8
- Cọc ống bê tông có đường kính lớn, khi hạ có moi đất	6 ÷ 10	4 × 6		8 ÷ 12	6 ÷ 10		

Muốn hạ được cọc, cừ bằng rung động thì lực kích động của búa rung phải đủ lớn để thắng được lực cản chống cắt của đất.

$$P_0 > \alpha T \quad (1-7)$$

**a) Lực kích động  $P_0$  tính bằng công thức**

$$P_0 = \frac{K\omega^2}{g}$$

với:  $K$  - mômen tạo ra bởi các trái lệch tâm;

$\omega$  - tốc độ góc của trái lệch tâm khi quay;

$T$  - lực cản chống cắt tới hạn của đất ở độ sâu nhất;

$\alpha$  - hệ số tính đến ảnh hưởng đàn hồi của đất:

$\alpha = 0,6 \div 0,8$ , đối với cọc và cọc ống bê tông cốt thép, hạ bằng búa có tần số thấp ( $n \leq 600$  lần/phút);

$\alpha = 1$ , đối với tấm cừ thép, hạ bằng búa có tần số cao ( $n \geq 1000$  lần/phút)

**b) Lực cản  $T$  tính bằng công thức**

- Đối với cọc:  $T = c \cdot \Sigma \tau_i \cdot h_i$  (1-8)

- Đối với tấm cừ:  $T = \Sigma \tau_i \cdot h_i$  (1-9)

với:  $h_i$  - chiều dày mỗi lớp đất khác nhau;

$c$  - chu vi tiết diện cọc;

$\tau_i$  - lực cản đơn vị, lấy ở bảng 1.9.

Lực kích động của búa rung đảm bảo hạ được tấm cừ:

$$P_0 \geq \alpha T = \Sigma \tau h = 17 \times 1500 = 25500 \text{ kG}$$

**c) Tính các thông số của búa rung**

Mômen  $K$  tạo ra bởi các trái lệch tâm:

$$K \geq \frac{1}{\xi} A \cdot Q_{bc} \quad (1-10)$$

với:  $Q_{bc}$  - trọng lượng của búa rung và của cừ, cọc;

$A$  - biên độ rung thích hợp, tra bảng 1.0, ta đã có  $A = 0,5 \text{ cm}$ .

Trọng lượng của tấm cừ  $Q_c = 1400 \text{ kg}$ .

Giả định trọng lượng của búa rung  $Q_b = 2000 \text{ kg}$ .

$\xi$  - hệ số:  $\xi = 0,8$  đối với cọc bê tông

$\xi = 1,0$  đối với các loại cọc, cừ khác.

$$K = \frac{1}{\xi} A Q_{bc} = 0,5(1400 + 2000) = 1700 \text{ kG.cm}$$

Tốc độ góc  $\omega$  của trái lệch tâm:

$$\omega = \sqrt{\frac{gT}{K}} = \sqrt{\frac{981 \times 25500}{1700}} = \sqrt{14715} = 122 \text{ giây}^{-1}$$

Tần số rung tính như sau:

$$n = 9,55\omega = 9,55 \times 122 = 1165 \text{ lần/phút}$$

**d) Tính trọng lượng cần thiết của búa rung**

Cọc được hạ bằng rung động chỉ ăn sâu xuống đất khi nào áp lực trên nó, kể cả trọng lượng bản thân cọc, vượt quá một trị số nào đó; trị số này phụ thuộc vào loại đất, hình dáng, kích thước cọc và chế độ rung động; nhất là phụ thuộc vào tỉ lệ  $Q_{bc}/P_0$ , tức là tỉ lệ giữa ngoại lực  $Q_{bc}$  tác dụng lên cọc và lực kích động  $P_0$  của máy rung động.

Điều kiện thực tế này được trình bày như sau:

$$Q_{bc} \geq pF \quad (1-11)$$

$$\beta_1 < \frac{Q_{bc}}{P_0} < \beta_2 \quad (1-12)$$

với:  $Q_{bc}$  - trọng lượng của cọc, của búa rung của gia trọng (nếu có);

$F$  - diện tích tiết diện cọc;

$p$  - áp suất nén cần thiết lên cọc (bảng 1.10).

$$\text{và: } 0,15 < \frac{Q_{bc}}{P_0} < 0,5 \text{ đối với tấm cừ thép} \quad (1-13)$$

$$0,30 < \frac{Q_{bc}}{P_0} < 0,6 \text{ đối với những cọc nhẹ, cọc ống thép} \quad (1-14)$$

$$0,40 \frac{Q_{bc}}{P_0} < 1,0 \text{ đối với cọc và cọc ống bê tông} \quad (1-15)$$

Ở đây trọng lượng tổng cộng của búa rung và của tấm cừ thép ít nhất phải bằng (1-12):

$$Q_{bc} = 0,15P_0 = 0,15\alpha T = 0,15 \times 25500 = 3825\text{kg}$$

Vậy trọng lượng của búa rung không được nhỏ hơn:

$$Q_b = 3825 \div 1400 = 2425\text{kg}$$

Búa rung cần thêm một gia trọng bằng:

$$Q_g = 2450 \div 2000 = 450\text{kg; lấy } 500\text{kg}$$



Tra "Sổ tay chọn máy thi công xây dựng" trang 56, ta chọn máy mã hiệu VPP-1, với:

$$P_0 = 250\text{kN} = 25 \text{ tấn-lực}; \quad n = 1500 \text{ lần/phút}; \quad Q_b = 2100\text{kg}.$$

**Ví dụ 2:** Thử lại xem có thể dùng búa rung với các thông số đã chọn trong ví dụ trên, để hạ những tấm cừ thép (nặng 102 kg/m) dài 12m, xuống sâu 10m, trong những lớp đất sau:

$$0,0 \div 4,0\text{m} - \text{đất cát hạt trung, bão hòa nước:} \quad \tau = 1,4 \text{ tấn/m}$$

$$4,0 \times 7,5\text{m} - \text{đất cát hạt nhỏ, xen các lớp đất thịt:} \quad \tau = 2 \text{ tấn/m}$$

$$7,5 \div 10\text{m} - \text{đất thịt ít dẻo:} \quad \tau = 2,5 \text{ tấn/m}$$

Xác định lực cản chống cắt tối hạn tổng cộng:

$$T = 1,4 \times 4,0 + 2,0 \times 3,5 + 2,5 \times 2,5 = 18,80 \text{ tấn} < 25,00 \text{ tấn}$$

Biên độ rung động của tấm cừ thép:

$$A = \xi \cdot \frac{K}{Q} = 1 \times \frac{1700 \times 10}{2100 + 102 \times 12} = \frac{17000}{3324} = 5,11 > 5\text{mm}$$

Vậy búa rung với những thông số đã chọn trong ví dụ trên thích hợp với các điều kiện của ví dụ 2 này.

**Ví dụ 3:** Chọn các thông số của búa rung dùng để hạ cọc ống bê tông cốt thép. Đường kính ngoài của cọc: 1,5m, chiều dày thành ống: 0,1m, chiều dài: 30m, trọng lượng cọc ống: 34 tấn.

Độ sâu hạ cọc: 25m; trong đó lớp đất trên dày 10m là đất thịt mềm; lớp đất dưới dày 15m là đất sét ít dẻo.

Trọng lượng búa rung lấy bằng 10 tấn.

Theo bảng 1.9, ta có:  $\tau = 0,5 \text{ tấn/m}^2$ , đối với lớp trên

$\tau = 1,0 \text{ tấn/m}^2$ , đối với lớp dưới

a) Xác định lực cản chống cắt tổng cộng, với giả thiết là lớp đất ở trong ống chưa moi hết lên được, nhỏ hơn 3m; và lấy  $\alpha = 0,8$ .

$$T = 0,8[(15 + 3)3,14 \times 1,5 \times 10 + 10 \times 3,14 \times 1,5 \times 0,5] = 87 \text{ tấn}$$

b) Xác định mômen của các trái lệch tâm của búa rung, khi lấy biên độ rung  $A = 6\text{mm}$ , theo bảng 1.10:

$$K = \frac{1}{\xi} A \cdot Q_{bc} = \frac{1}{0,8} \times 0,6(34000 + 10000) = 33000 \text{ kG.cm}$$

Xác định tần số rung động:

$$\omega = \sqrt{\frac{g \cdot T}{K}} = \sqrt{\frac{981 \times 87000}{33000}} = 51 \text{ giây}^{-1}$$

$$n = 9,55\omega = 487 \text{ lần/phút}$$

c) Xác định trọng lượng cần thiết Q để tạo áp lực nén  $p = 6 \text{ kG/cm}^2$

$$Q = F \cdot p = \frac{\pi}{4} (1,5^2 - 1,3^2) \times 60 = 26,6 \text{ tấn}$$

Thực tế thì cọc ống và búa rung đã nặng

$$Q_{bc} = 10 + 34 = 44 \text{ tấn}$$

Bây giờ thử lại bằng công thức (1-15) với  $P_0 = T = 87$ :

$$0,4 \times 87 = 34,8 \text{ tấn} < 44 < 0,9 \times 87 = 78,3 \text{ tấn}$$

Kết quả như vậy là tốt.

Tra sổ tay, ta chọn búa rung mã hiệu VP-170, có:

$$P_0 = 102 \text{ tấn lực}; n = 404 \div 505 \text{ lần/phút}; Q_b = 13,3 \text{ tấn.}$$

### Bài toán 1.13: Tính độ chồi đóng cọc

**Ví dụ:** Tính độ chồi khi đóng cọc bê tông cốt thép có tiết diện  $25 \times 25 \text{ cm}$ , dài  $5,5 \text{ m}$ , chịu tải trọng thiết kế  $P = 19,5 \text{ tấn}$ , bằng búa diêzen, có trọng lượng chày  $Q = 600 \text{ kg}$  và năng lượng nhát búa  $E = 310 \text{ kgm}$ .

Độ chồi thiết kế của cọc dưới những nhát búa cuối cùng tính bằng công thức:

$$e = \frac{mnFQH}{P \left( nF + \frac{P}{m} \right)} \cdot \frac{Q + 0,2q}{Q + q}$$

với:  $F$  - diện tích tiết diện ngang của cọc,  $\text{m}^2$ ;

$Q$  - trọng lượng chày của búa đóng cọc, tấn;

$q$  - trọng lượng cọc, tấn;

$P$  - tải trọng cho phép của cọc, tấn;

$H$  - chiều cao búa rơi, m;

$m$  - hệ số an toàn:  $m = 0,5$  cho công trình vĩnh cửu

$m = 0,7$  cho công trình tạm thời;

$n$  - hệ số phụ thuộc vật liệu làm cọc:

với cọc gỗ:  $n = 100 \text{ tấn/m}^2$

với cọc bê tông:  $n = 150 \text{ tấn/m}^2$

với cọc thép:  $n = 500 \text{ tấn/m}^2$

Trọng lượng cọc:  $q = 0,25 \times 0,25 \times 5,5 \times 2,4 = 0,825 \text{ tấn}$

Chiều cao búa rơi:  $H = \frac{E}{Q} = \frac{310}{600} = 0,518 \text{ m}$

Độ chồi sau mỗi nhát búa:

$$e = \frac{0,6 \times 150 \times 0,0625 \times 0,60 \times 0,518}{19,5 \left( 150 \times 0,0625 + \frac{19,5}{0,6} \right)} \times \frac{0,60 \times 0,2 \times 0,825}{0,60 + 0,825}$$

$$= 0,0011 \text{ m} = 1,1 \text{ mm}$$

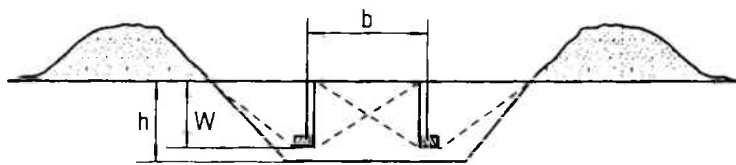
Lấy tròn số thì sau 10 nhát búa cuối cùng, độ chồi là 10mm.

*Ghi chú:* Nếu độ chồi  $e \leq 2 \text{ mm}$ , mà cọc chưa xuống hết thì phải thay búa có năng lượng nhát búa  $E$  lớn hơn.

#### Bài toán 1.14: Đào đất bằng nổ mìn

Do thiếu phương tiện cơ giới đào đất người ta dự tính áp dụng phương pháp nổ mìn để tạo ra những hồ chứa nước sinh hoạt ở các vùng cao.

*Yêu cầu tính lượng thuốc nổ cần thiết.*



**Hình 1.11:** Nổ mìn để tạo hồ nước

Tính lượng thuốc nổ bắn văng chôn trong một lỗ mìn bằng công thức:

$$Q = qW^3(0,4 + 0,6n^3) = qW^3 f(n)$$

với  $q$  - lượng thuốc nổ riêng, cần thiết để phá vỡ  $1 \text{ m}^3$  đất đá. Đối với đất cát pha và đất thịt có thể lấy  $q = 1,2 \times 1,3 \text{ kg/m}^3$ ;

$W$  - đường kính nhỏ nhất, xác định theo độ sâu hố đào ( $h$ ) và chỉ số tác dụng nổ mìn ( $n$ ):

$$W = \frac{h}{0,4(2n-1)}$$

Muốn bắn văng đất lên hai bờ, phải chôn trong lỗ khoan một lượng thuốc nổ có sức văng mạnh, nghĩa là chỉ số nổ mìn (n) phải lớn hơn 1; ở đây ta lấy  $n = 2$ .

Do điều kiện sử dụng, không cho phép nền đất đáy hồ bị phá hoại, nên phải đặt tâm chôn mìn cao hơn đáy hồ khoảng  $10 \div 15\%$  chiều sâu hồ.

Tính khoảng cách giữa các lỗ mìn a, và khoảng cách giữa các hàng lỗ mìn b, theo chỉ số n đã chọn, bằng công thức:

$$a = b = 0,5(W(n+1))$$

Số lượng lỗ mìn N trong một hàng tính bằng:

$$N = \frac{L}{a}$$

với L là chiều dài hồ nước, m.

Thông thường chỉ nên bố trí hai hàng lỗ mìn.

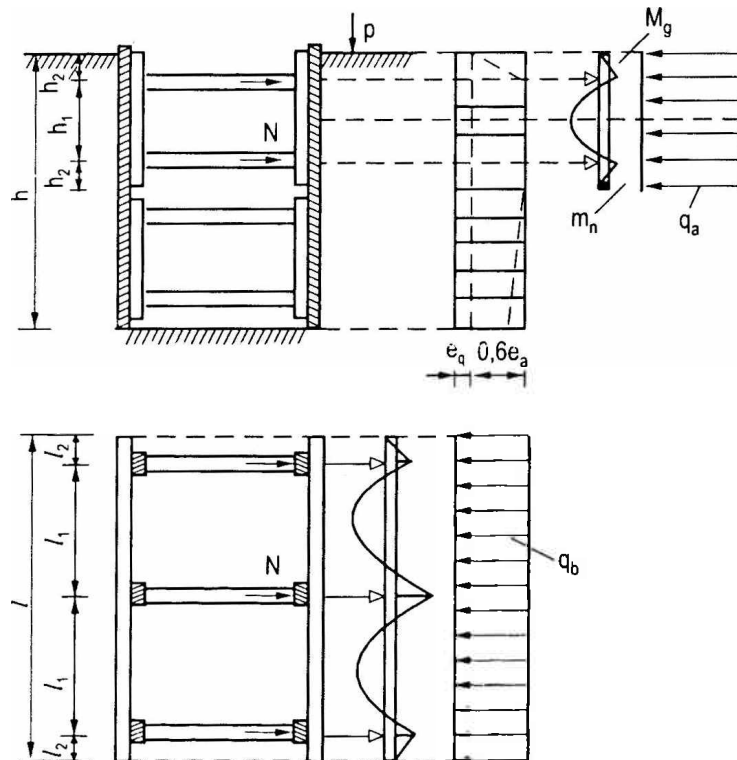
Bảng 1.11 sau đây cho những thông số tính toán nổ mìn để tạo ra những hồ chứa nước có dung tích khác nhau.

**Bảng 1.11**

Khối tích hồ đào (ngàn m <sup>3</sup> )	q (kg/m <sup>3</sup> )	W (m)	W <sup>3</sup>	n	f(n)	Q (tấn)	a (m)	b (m)	Số lượng lỗ mìn N	Khối lượng thuốc nổ (tấn)
10	1,25	5	125	2	5,2	0,8	7,50	7,50	22	17,6
15		5,83	198			1,3	8,75	8,75	22	28,6
20		6,67	298			1,9	10,00	10,00	18	34,2
25		7,5	422			2,75	11,25	11,25	16	44
30		8,33	58			3,8	12,50	12,50	14	53

#### Bài toán 1.15: Tính hệ khung chống vách đất

Cho kết cấu khung chống vách đất rãnh đào, gồm các ván ngang, sườn đứng và thanh văng ngang, cùng các sơ đồ tính toán nêu trong hình 1.12.



Hình 1.12

Cho biết các số liệu:

$\rho$  - dung lượng của đất;  $\rho = 1,75 \text{ T/m}^3$

$\rho g$  - dung tích của đất;  $\rho g = 17,5 \text{ kN/m}^3$

$\varphi$  - góc ma sát trong;  $\varphi = 35^\circ$

$c$  - lực dính;  $c = 0$

$p$  - tải trọng xe trên bờ;  $p = 5 \text{ kN/m}^2$

$h$  - chiều sâu rãnh đào;  $h = 3,6 \text{ m}$

$h_1$  - khoảng cách giữa các thanh văng theo chiều đứng:

$$h_1 = 0,6 \text{ m}; \quad h_2 = 0,2 \text{ m}$$

$l_1$  - khoảng cách giữa các thanh văng theo chiều dài rãnh:

$$l_1 = 2,1 \text{ m}$$

*Yêu cầu: Tính toán nội lực trong khung chống vách đất.*

Để đơn giản tính toán ta coi tải trọng tác dụng lên kết cấu chống vách đất là tải trọng phân phối đều  $e$ .

Áp lực đất tính bằng công thức:

$$e = 0,6e_a + e_p - e_c$$

hay: 
$$e = 0,6\rho ghK + pK - 2c\sqrt{K}$$

với: 
$$K = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{35^\circ}{2}\right) = 0,271$$

thì được: 
$$e = 0,6 \times 17,5 \times 3,6 \times 0,271 + 5 \times 0,271 = 11,60 \text{ kN/m}$$

Tải trọng phân phối đều theo chiều đứng, lên một dải rộng 1m:

$$q_a = e \times 1,0\text{m} = 11,60 \text{ kN/m}$$

Tải trọng phân phối đều theo chiều dài, lên một dải rộng  $l_1\text{m} = 2,1\text{m}$  là:

$$q_b = e/l_1 = 11,60 \times 2,10\text{m} = 24,36 \text{ kN/m}$$

Mômen gối gây bởi thanh văng ngang cho sườn đứng là:

$$M_g = \frac{1}{8} q_a l_1^2 = \frac{1}{8} \times 11,60 \times 2,1^2 = -6,39 \text{ kN.m}$$

Mômen ở giữa nhịp thanh sườn đứng là:

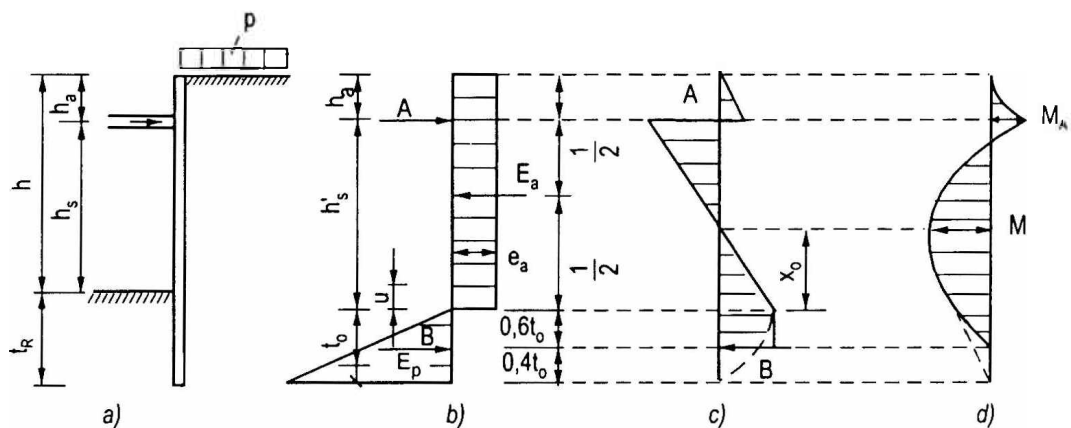
$$M_n = \frac{1}{8} q_b (h_1^2 - 4h_2^2) = \frac{1}{8} \times 24,36 (0,6^2 - 4 \times 0,2^2) = 1,58 \text{ kN.m}$$

Lực nén trong thanh văng ngang:

$$N = q_b \left( \frac{h_1}{2} + h_2 \right) = 24,36 \left( \frac{0,6}{2} + 0,2 \right) = 12,18 \text{ kN}$$

### Bài toán 1.16: Xác định các thông số cho tường cừ

Tường cừ (hình 1.13a) gồm các cột đứng, chân cột được đóng sâu xuống đất, phần trên cột  $h$  được chống ngang bằng thanh văng (gối tựa A) ở độ cao  $h_a = (0,2 \div 0,3)h$ .



Hình 1.13: a) Sơ đồ tính toán; b) Biểu đồ các tải trọng từ đất  
c) Biểu đồ lực cắt; d) Biểu đồ mômen.

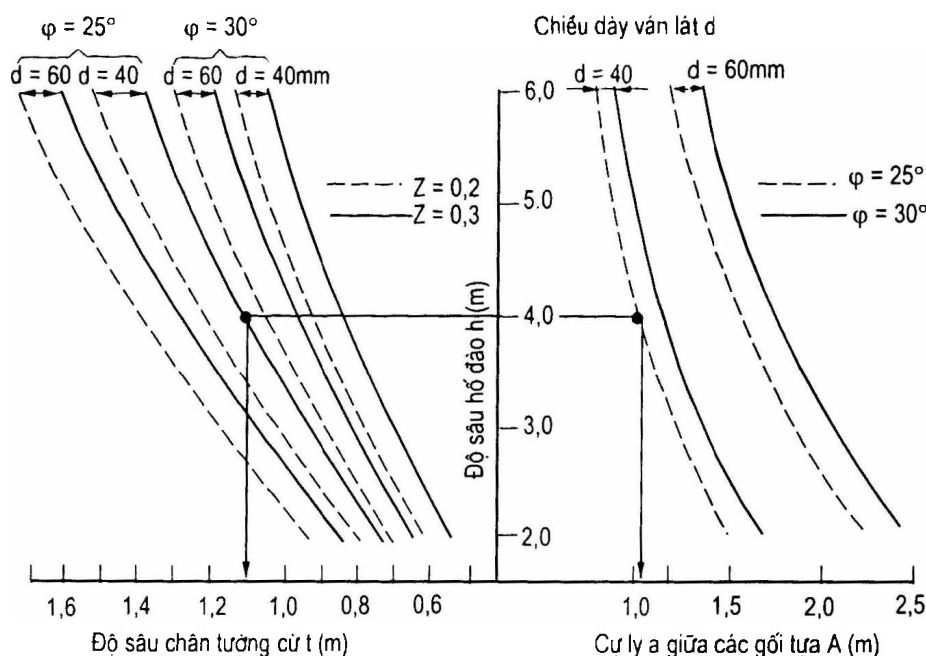
Các số liệu để tính toán loại tường cừ này như sau:

- Góc ma sát trong của đất:  $\varphi = 25 \div 30^\circ$
- Góc ma sát trong của đất với tường cừ:  $\delta = \frac{1}{2}\varphi$
- Tải trọng của xe trên bờ hố đào:  $p = 3 \text{ kN/m}^2$
- Chiều sâu hố đào:  $h \leq 5 \text{ m}$
- Khoảng cách giữa các thanh văng:  $a \leq 1,6 \text{ m}$

Tính toán đã cho biết là: trong điều kiện có thanh văng nêu trên thì độ sâu cắm trong đất của cột đứng, tính từ đáy hố đào:  $t = 1,5 \text{ m}$  là đủ và ta có thể sử dụng biểu đồ (hình 1.14) để tính toán cụ thể các thông số của tường cừ có một gối tựa này.

Biểu đồ áp lực đất lấy theo dạng chữ nhật (hình 1.13b) thì phản lực  $B$  của đất tại độ sâu  $0,6t$ , tính từ đáy hố đào có trị là:

$$B = E_u \frac{h/2 - h_u}{h_y + 0,6t} \text{ do } \sum MA = 0$$



**Hình 1.14:** Biểu đồ để xác định các thông số của tường cừ có một gối tựa A

Ví dụ: Đất cát có  $\rho = 1,765 \text{ T/m}^3$ ;  $\rho g = 17,65 \text{ kN/m}^3$   
 $\varphi = 25^\circ$ ;  $c = 0$ ;  $p = 3 \text{ kN/m}^2$

Số liệu về hố đào:  $h = 4 \text{ m}$ ;  $Z = \frac{h_u}{h} = 0,3$ ;  $d = 40 \text{ mm}$ .

Tra biểu đồ (hình 1.14):

$$a = 1,1\text{m}; \quad t = 1,1\text{m}$$

và  $h_a = 0,3h = 0,3 \times 4 = 1,2\text{m}; \quad h_s = h - h_a = 4 - 1,2 = 2,8\text{m}$

$$K_a = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{25^\circ}{2} \right) = 0,37$$

$$E_a = 1,2 \times 4(0,6 \times 17,65 \times 4 \times 0,37 + 3 \times 0,37) = 80\text{kN}$$

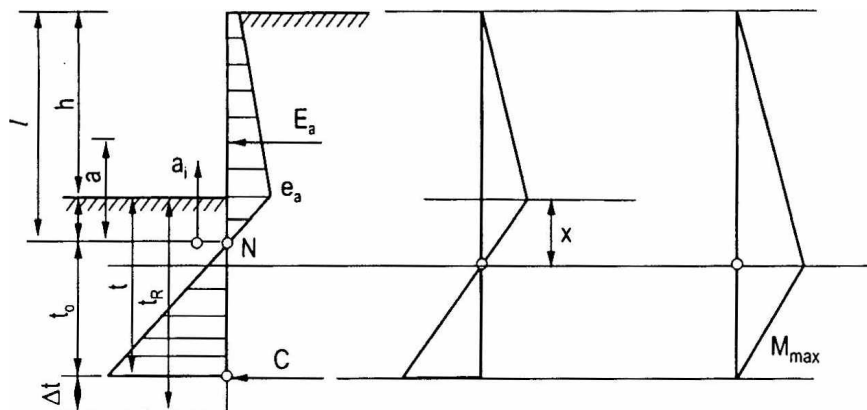
$$B = E_a \cdot \frac{h/2 - h_a}{h_s + 0,6t} = 80 \frac{2 - 1,2}{2,8 + 0,6 \times 1,1} = 18,5\text{kN}$$

$$A = B - E_a = 80 - 18,5 = 61,5\text{kN}$$

### Bài toán 1.17: Tính tường cừ ngầm trong đất nền

Các bước tính như sau:

1. Tính áp lực đất lên tường cừ, từ mặt đất xuống đến vị trí điểm không N (hình 1.15).



Hình 1.15

Góc ma sát trong của đất là  $\varphi$ .

Góc ma sát trong của đất với tường cừ lấy là:

$$\delta_a = \frac{2}{3}\varphi; \quad \delta_p = \frac{1}{2}\varphi$$

2. Xác định độ sâu  $u$  của điểm không N, tính từ đáy hố móng, bằng công thức:

$$u = \frac{e_a}{\rho g K'}$$

trong đó:  $K' = \frac{\alpha K_p}{\eta - K_a}$



$\varphi^\circ$	10	15	20	25	30	35	40
$\alpha$	0,94	0,90	0,86	0,80	0,74	0,67	0,59

$e_a$  - áp lực đất tại điểm đáy hố móng;

$\eta$  - hệ số an toàn về cường độ.

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right); \quad K_p = \operatorname{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right)$$

3. Áp lực đất lên tường cừ không có dạng phân phối đều; để dễ tính toán người ta phân lớp nó thành ra những lực thành phần riêng biệt (hình 1.17).

4. Đoạn tường cừ ngấp trong nền đất  $t_0$ , được xác định bằng biểu đồ (hình 1.16) theo hai thông số  $m$  và  $n$ :

$$m = \frac{6Q}{\rho g K'} = \frac{6 \sum E_{ai}}{\rho g K'};$$

$$n = \frac{6M}{\rho g K'} = \frac{6 \sum E_{ai} \cdot h_i}{\rho g K'}$$

Phần tường cừ cắm ngấp trong nền đất  $t_R$ , kể cả đoạn dư  $\Delta t = 0,20t_0$  là:

$$t_R = u + 1,20t_0$$

5. Điểm có mômen cực đại, có lực cắt bằng không, nằm ở độ sâu:

$$x = \sqrt{\frac{2 \sum E_{ai}}{\rho g K'}}$$

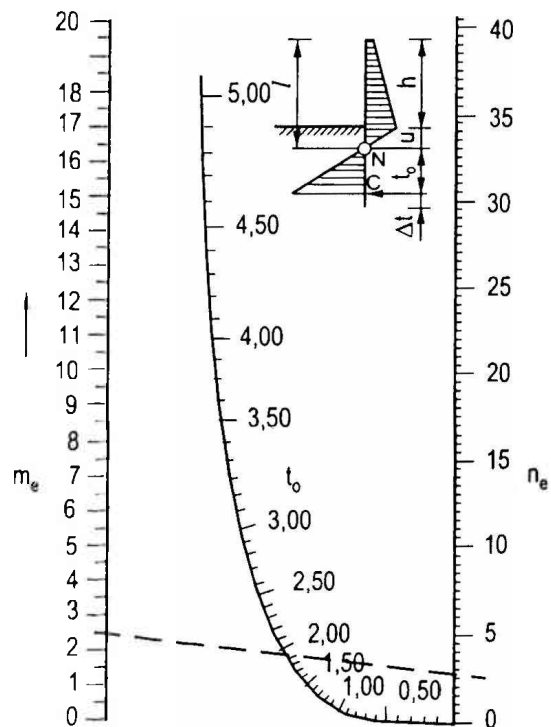
Mômen cực đại ở điểm này bằng:

$$M_{\max} = \sum E_{ai} (a + x) - \frac{1}{6} \rho g K' x^3$$

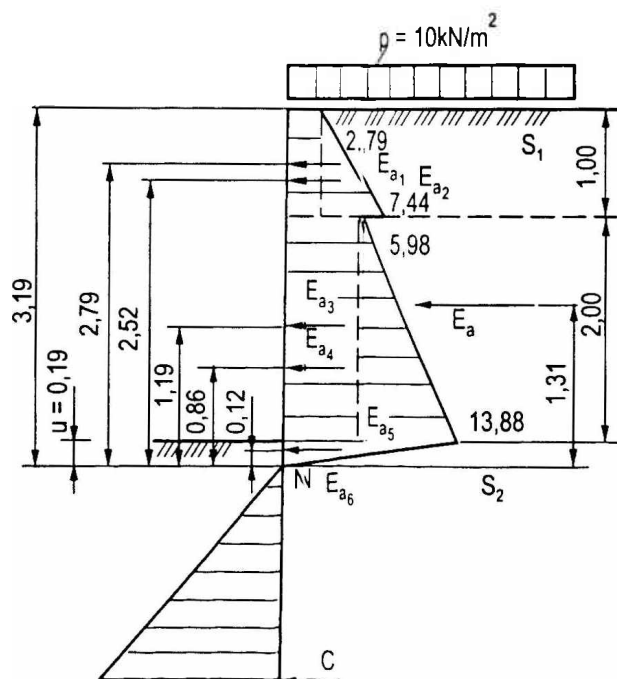
Ví dụ: Tường cừ làm việc theo kiểu công son (hình 1.17).

Chiều sâu hố móng  $h = 3m$ .

Tải trọng tại mép bờ hố móng  $p = 10 \text{ kN/m}^2$ .



Hình 1.16: Biểu đồ để xác định độ ngấp  $t_0$  trong đất nền của tường cừ



Hình 1.17

Lớp đất thứ nhất  $S_1$  là đất cát lẫn sỏi:

$$\begin{aligned} H_1 &= \pm 0 \div 1\text{m}; & \rho &= 1,67 \text{ T/m}^3; \\ \rho g &= 16,7 \text{ kN/m}^3; & \varphi &= 30^\circ; & c &= 0; \\ \delta_a &= \frac{2}{3} \varphi; & K_a &= \text{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = 0,289 \end{aligned}$$

Lớp đất thứ hai  $S_2$ :

$$\begin{aligned} H_2 &= -1,0 \div -0,8\text{m}; & \rho &= 1,76 \text{ T/m}^3; \\ \rho g &= 17,6 \text{ kN/m}^3; & \varphi &= 35^\circ; \\ c &= 0; & \delta_a &= \frac{2}{3} \varphi; \\ K_a &= 0,224; & \delta_p &= -\frac{1}{2} \varphi \end{aligned}$$

$$K_p = \text{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) = 10,2$$

$$K' = \frac{\alpha K_p}{\eta} - K_a = \frac{0,67 \times 10,2}{1,5} - 0,224 = 4,2$$

- Tính độ sâu  $u$  của điểm không  $N$ :

$$u = \frac{e_a}{\rho g K'} = \frac{13,88}{17,6 \times 4,2} = 0,19\text{m}$$

- Tính trị:  $Q_N = \Sigma E_{ai}$        $M_N = \Sigma E_{ai} \cdot a_i$

	$E_{ai}$ (kN/m)	$a_i$ (m)	$E_{ai} \cdot a_i$
$i = 1$	2,69	2,79	7,51
$i = 2$	2,32	2,52	5,85
$i = 3$	11,96	1,19	14,23
$i = 4$	7,90	0,86	6,79
$i = 5$	1,32	0,12	0,16

$$Q_N = 26,29 \text{ kN/m}$$

$$M_N = 34,54 \text{ kN.m/m}$$

- Tính độ ngấp trong đất nền  $t_0$  của tường cừ.

Trước hết tính hai thông số  $m$  và  $n$ :

$$m = \frac{6Q}{\rho g K'} = \frac{6 \times 26,29}{17,6 \times 4,2} = 2,16\text{m}^2$$

$$n = \frac{6M}{\rho g K'} = \frac{6 \times 34,5}{17,6 \times 4,2} = 2,84\text{m}^3$$

Tra biểu đồ (hình 1.16) thì tìm ra:  $t_0 = 1,90\text{m}$ .

- Độ sâu ngấp trong đất nền của tường cừ:

$$t_R = u + 1,2t_0 = 0,19 + 1,2 \times 1,90 = 2,47\text{m}$$

- Xác định điểm tại đó lực cắt bằng không (hình 1.13):

$$x = \sqrt{\frac{2\Sigma E_{ai}}{\rho g K'}} = \sqrt{\frac{2 \times 26,29}{17,6 \times 4,2}} = 0,85\text{m}$$

Mômen cực đại:

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= \Sigma E_{ai}(a + x) - \frac{1}{6} \rho g K' x^3 \\
 &= 26,29(13,1 + 0,85) - \frac{1}{6} \times 17,6 \times 4,2 \times 0,85^3 \\
 &= 49,3\text{kN.m}
 \end{aligned}$$

## Chương 2

### THI CÔNG BÊTÔNG

#### Bài toán 2.1: Tính năng suất máy trộn bê tông

*Tính năng suất máy trộn bê tông di động có dung tích 250 lít.*

Năng suất kĩ thuật của máy trộn tính bằng công thức:

$$N_{kt} = \frac{e \cdot n}{1000} \cdot K_p \quad \text{m}^3/\text{h}$$

với:  $e$  - dung tích máy trộn, lít;

$n$  - số mẻ trộn trong một giờ;

$K_p$  - hệ số thành phẩm:  $K_p = 0,65 \div 0,72$ .

Số mẻ trộn trong một giờ tính bằng công thức:

$$n = \frac{3600}{T}$$

với  $T$  là thời gian đổ cốt liệu vào cối, thời gian trộn và thời gian đổ vữa bê tông khỏi cối trộn (xem bảng 2.1).

**Bảng 2.1**

Dung tích máy trộn (lít)	100	250	425	1200	2400
Thời gian $T$ (sec)	110	115	130	145	180

Với máy trộn dung tích 250 lít thì:

$$n = \frac{3600}{115} = 32,7 \approx 33$$

Năng suất kĩ thuật: 
$$N_{kt} = \frac{250 \times 33}{1000} \times 0,69 = 5,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Năng suất sử dụng (có tính thêm hệ số sử dụng thời gian  $K_t$ ):

$$N_{sd} = N_{kt} \cdot K_t = 5,8 \times 0,8 = 4,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Bài toán 2.2: Chọn máy trộn bê tông và tính lượng vật liệu tiêu thụ**

Chọn một máy trộn bê tông mỗi ngày sản xuất  $35 \div 40 \text{ m}^3$  vữa bê tông và tính khối lượng vật liệu (nước, xi măng, cát, đá) tiêu thụ hàng ngày. Biết rằng vữa bê tông có thành phần: xi măng : cát : đá là  $1 : 2,2 : 4,2$ ; và tỉ lệ nước - xi măng là  $N/X = 0,60$ .

Theo kết quả của bài toán trên thì năng suất mỗi ca của máy trộn có dung tích 250 lít là:  $N_{\text{ca}} = 4,7 \times 8 = 38,0 \text{ m}^3/\text{ca}$ .

Vậy chọn loại máy trộn 250 lít này.

Tính toán các khối lượng vật liệu (xi măng - X, cát - C, sỏi hoặc đá dăm - S hoặc Đ, nước - N) để sản xuất một mẻ vữa bê tông bằng máy trộn L lít như sau:

Lượng Xi măng:  $X = \frac{L}{1 + m + n}$  lít hay  $X = \frac{\gamma_x L}{1 + m + n}$ , kg

Lượng cát:  $C = \frac{mL}{1 + m + n}$  lít

Lượng đá dăm:  $\text{Đ} = \frac{nL}{1 + m + n}$  lít

Lượng nước:  $N = X \cdot N/X$  lít

trong đó:  $1 : m : n$  - thành phần vật liệu;

$\gamma_x$  - trọng lượng thể tích của xi măng, kg/lít:  $\gamma_x = 1,3$ .

Điền các số liệu vào công thức ta được:

$$X = \frac{250}{1 + 2,2 + 4,2} \times 1 = 33,8 \text{ lít}$$

hoặc:  $33,8 \times 1,3 = 43,9 \text{ kg}$

$$C = \frac{250}{1 + 2,2 + 4,2} \times 2,2 = 74,4 \text{ lít}$$

$$\text{Đ} = \frac{250}{1 + 2,2 + 4,2} \times 4,2 = 142 \text{ lít}$$

$$N = 43,9 \times 0,60 = 26,4 \text{ lít}$$

Kiểm tra lại tính toán:

$$L = X + C + \text{Đ} = 33,8 + 74,4 + 142 = 250,2 \text{ lít}$$

Lượng vật liệu tiêu thụ hàng ngày:

Ximăng:  $43,9 \times 33 \times 0,8 \times 8 = 9272\text{kg}$

Cát:  $74,4 \times 33 \times 0,8 \times 8 = 15714 \text{ lít}$

Đá:  $142 \times 33 \times 0,8 \times 8 = 29990 \text{ lít}$

ở đây: 33 - số mẻ trộn mỗi giờ;

0,8 - hệ số sử dụng thời gian và 8 giờ làm việc mỗi ca.

### Bài toán 2.3: Chọn phương tiện cơ giới thi công đổ bê tông

*Chọn máy trộn, xe tải và cần trục để đổ bê tông một tường kê rộng 1,6m, cao 7,0m đối với mặt đất. Khối lượng bê tông là  $1165\text{m}^3$ , sản xuất từ một trạm trộn ở cách công trình 400m. Thời gian thi công ấn định là 2 tháng, mỗi ngày làm một ca.*

Khối lượng bê tông đổ trung bình mỗi ngày là:

$$\frac{1165}{2.25} = 24 \text{ m}^3/\text{ca}$$

với khối lượng này thì nên chọn máy trộn có dung tích 250 lít (năng suất  $35 \div 40 \text{ m}^3/\text{ca}$ ).

Bê tông đựng trong thùng  $0,35\text{m}^3$ , thùng rỗng nặng 0,15 tấn. Thùng chứa đầy vữa bê tông nặng 1,0 tấn ( $\gamma_{\text{bê tông}} = 2,4 \text{ tấn}/\text{m}^3$ ). Xe tải GAZ-51 A trọng tải 2,5 tấn chở được 2 thùng bê tông này.

Chọn cần trục ô tô K-51 để cẩu các thùng bê tông từ xe tải đổ vào công trình. Cần trục này có tay cần dài  $L = 12\text{m}$ , sức trục bằng  $1 \div 3$  tấn ứng với độ với  $R = 9,0 \div 4,5\text{m}$  và chiều cao nâng móc cẩu  $H = 5 \div 10,5\text{m}$ . Ở đây chiều cao nâng móc cẩu lớn nhất là:

$$h = 7 + 1,15 + 0,5 = 8,65\text{m}$$

trong đó: 7m - chiều cao tường kê;

1,15m - chiều cao thùng bê tông và quai treo;

0,5m - chiều cao dư giữa đáy thùng và cốppha.

Cần trục K-51 còn giúp việc lắp đặt cốppha và cốt thép của công trình.

Sử dụng máy đầm dùi I-21A, đường kính 75mm, năng suất  $6 \text{ m}^3/\text{h}$ , phù hợp với năng suất máy trộn đã chọn.

Bây giờ cần xác định năng suất của xe tải và cần trục mà ta có dự kiến chọn ở trên, sao cho phù hợp với năng suất máy trộn bê tông đã chọn (trong thi công bê tông này trộn thường được coi là máy cái hay máy chính).

- Năng suất của xe tải xác định theo công thức:

$$N = q \cdot n \cdot K_t$$

với:  $q$  - trọng lượng hàng chuyên chở, ở đây là trọng lượng hai thùng vữa bê tông:

$$q = 2 \times 0,35 \times 2,4 = 1,7 \text{ tấn};$$

$K_t$  - hệ số sử dụng xe theo thời gian:  $K_t = 0,7 \div 0,8$ ;

$$n - \text{số chuyến xe trong một ca: } n = \frac{60 \times 8}{T_{ch}} = \frac{480}{T_{ch}};$$

$T_{ch}$  - thời gian một chuyến xe (đi và về):

$$T_{ch} = t_{chất} + t_{dỡ} + t_{vận\ động} + \frac{L}{v_{đi}} + \frac{L}{v_{về}}$$

$t_{chất} = 3$  phút (xe đứng nhận chất hai thùng vữa);

$t_{dỡ} = 3$  phút (xe đứng đợi bốc hết hai thùng vữa);

$t_{vận\ động} = 2$  phút (xe phải đi động đôi chút để dễ bốc dỡ);

$L = 0,4\text{km}$  - quãng đường chuyên chở.

$v_{đi} = v_{về} = 20 \text{ km/h}$  - tốc độ khi đi và khi về trên đường đất không tốt lắm.

$$T_{ch} = 3 + 3 + 2 + 2 \frac{0,4 \times 60}{20} = 10,5 \text{ phút}$$

Năng suất xe tải GAZ-51 A:

$$N = q \cdot \frac{480}{T_{ch}} \cdot K_t = 1,7 \times \frac{480}{10,5} \times 0,76 = 60 \text{ tấn/ca}$$

hay: 
$$N = \frac{60}{\gamma_b} = \frac{60}{2,4} = 25 \text{ m}^3/\text{ca}$$

Số xe tải cần thiết (khi tận dụng hết năng suất máy trộn):

$$m = \frac{\text{Năng suất máy trộn}}{\text{Năng suất xe tải}} = \frac{38}{25} = 1,5$$

Vậy cần 2 xe tải GAZ-51 A.

- Năng suất của cần trục ô tô K-51, tính theo công thức:

$$n = q \cdot n \cdot K_t$$

với:  $q = 1,0$  tấn - trọng lượng thùng vữa bê tông;

$K_t = 0,8$  - hệ số sử dụng cần trục theo thời gian;

$$n - \text{số lần cẩu trong một ca: } n = \frac{480}{T_{ch}}$$

$T_{ch}$  - thời gian một lần cẩu hàng:

$$T_{ch} = t_m + \frac{h}{v_{nâng}} + \frac{h}{v_{hạ}} + 2 \frac{i}{v_{quay}}$$

$t_m = 2$  phút - thời gian ổn định cần trục (kê lại các chân phụ), mở và đóng thùng vữa;

$h = 8,0m$  - chiều cao lớn nhất cầu thùng bê tông;

$$v_{nâng} = v_{hạ} = 15 \text{ m/phút}$$

$v_{quay} = 3$  vòng/phút, theo tính năng kỹ thuật của cần trục ô tô;

$i = 0,5$  - vòng quay tay cần để đổ bê tông;

$$T_{ch} = 2 + 2 \frac{8}{15} + 2 \frac{0,5}{3} = 3,3 \text{ phút}$$

Năng suất máy cần trục:

$$N = q \cdot \frac{480}{T_{ch}} \cdot K_t = 1 \times \frac{480}{3,3} \times 0,8 = 120 \text{ tấn/ca}$$

hay: 
$$N = \frac{120}{\gamma_b} = \frac{120}{2,4} = 50 \text{ m}^3/\text{ca}$$

Như vậy, ta không tận dụng hết khả năng cần trục vì năng suất của máy trộn chỉ bằng  $38 \text{ m}^3/\text{ca}$ .

Thời gian đổ bê tông tường này là:

$$t = \frac{1165}{38} = 31 \text{ ca, hay 31 ngày}$$

Tóm lại: cần có 31 ca máy trộn 250 lít

62 ca xe tải GAZ-51 A

31 ca cần trục ô tô K-51

31 ca đầm dùi chấn động I-21A



### Bài toán 2.4: Phân khối đổ bê tông cống lấy nước

Phân chia một công trình cống lấy nước thành các khối đổ bê tông và ấn định trình tự đổ bê tông.

Cống gồm bốn cửa với ba trụ và hai tường cánh gà (hình 2.1) được thi công trong mùa đông, nhiệt độ khí trời khoảng  $20^{\circ}\text{C}$ . Bê tông trộn bằng máy trộn 250 lít với năng suất  $38 \div 40 \text{ m}^3/\text{ca}$ , vận chuyển trên quãng đường dài 400m bằng xe tải GAZ-51 A, trọng tải 2,5 tấn; bê tông chứa trong những thùng  $0,35\text{m}^3$  (mỗi xe chở hai thùng) và đổ vào khối bằng cần trục ô tô K-51 (tay cần dài 12m, sức trục  $1 \div 3$  tấn), đầm bằng đầm dùi I-21A, năng suất  $6 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Khối lượng các bộ phận công trình nêu trong bảng 2.2.

**Bảng 2.2**

Các bộ phận	Số lượng	Ký hiệu trong bản vẽ	Khối lượng từng bộ phận ( $\text{m}^3$ )	Khối lượng tổng cộng
Tấm đáy	4	$\text{Đ}_1, \text{Đ}_2, \text{Đ}_3, \text{Đ}_4$	20,5	82,0
Trụ	3	$\text{B}_1, \text{B}_2, \text{B}_3$	103,6	310,8
Tường cánh gà trái	1	C	46,9	46,9
Tường cánh gà phải	1	E, I, K, L, M	$66,2 + 199,4 + 194,7 + 199,4 + 66,2 = 725,9$	725,9
Tổng cộng				$1165,6\text{m}^3$

Chế độ thi công bê tông mỗi ngày làm 1 ca.

Các trụ cống và tường cánh gà phân cách với tấm đáy bằng các mạch lún. Tường cánh gà phía phải cũng bị phân ra làm năm phần (E, I, K, L, M).

Thời gian bắt đầu đông cứng của bê tông,  $t_{dc}$  ở nhiệt độ  $20^{\circ}\text{C}$ , lấy là 2,25 giờ.

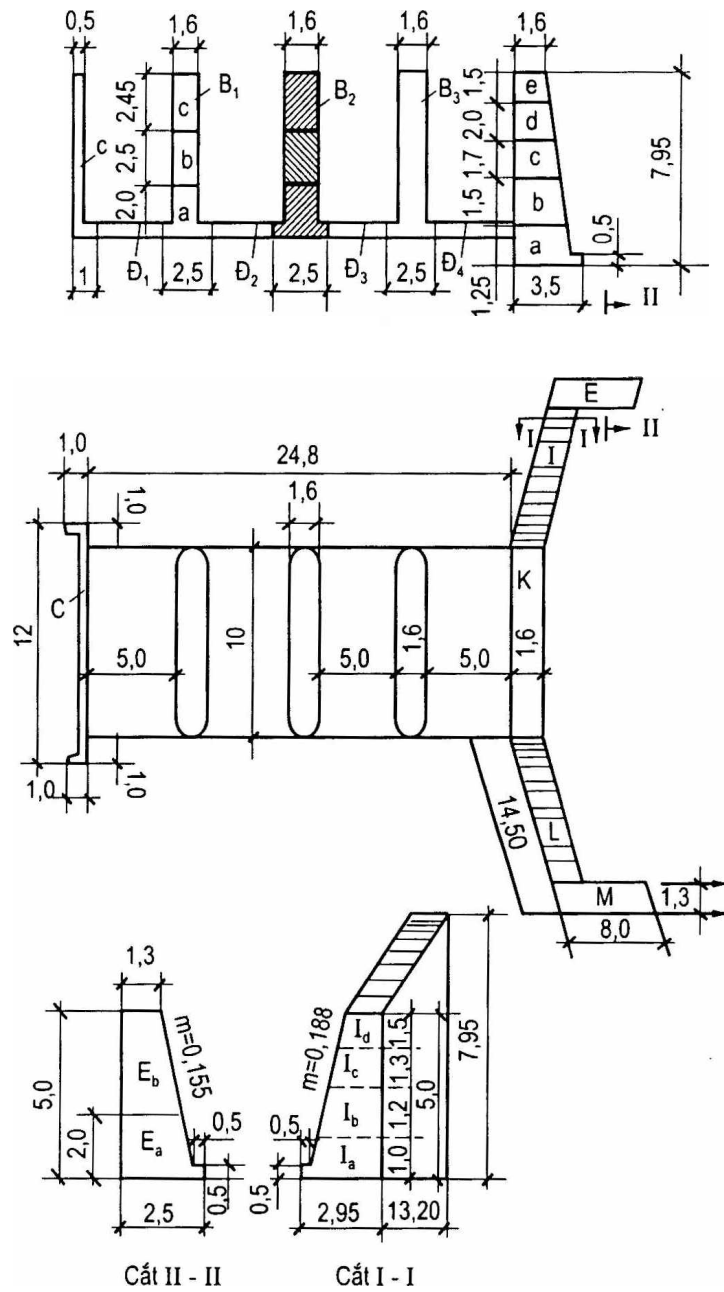
Thời gian vận chuyển và đổ bê tông,  $t_{v, ch}$ :

$$\begin{aligned}
 t_{v, ch} &= t_{\text{chất}} + \frac{L}{v} + t_{\text{vận động}} + 2t_{\text{quay}} + t_{\text{nâng}} + t_{\text{đổ}} \\
 &= 3 + \frac{0,4 \times 60}{20} + 1 + 2 \frac{0,5}{3} + 2 = 7,6 \text{ phút} = 0,13 \text{ giờ}
 \end{aligned}$$

Chiều dày lớp bê tông được đầm bằng dùi I-21A lấy bằng  $h = 0,25\text{m}$ .

Năng suất máy trộn:  $N = 40 \text{ m}^3/\text{ca}$ .

Kí hiệu chiều rộng của khối công trình được đổ bê tông là B.



Hình 2.1

### Tấm đáy cống

Chiều dài tấm đáy được giới hạn bởi:

$$L \leq \frac{N_{\text{giờ}}(t_{\text{đc}} - t_{\text{v.ch}})}{B.h} = 40 \frac{(2,25 - 0,13)}{8 \times 4 \times 0,25} = 10,60\text{m}$$

Như vậy các tấm đáy (khối lượng mỗi tấm 20,5m<sup>3</sup>, dài 10m) có thể đổ bê tông riêng biệt (khối Đ<sub>1</sub>, Đ<sub>2</sub>, Đ<sub>3</sub>, Đ<sub>4</sub>), không cần phải phân ra thành các khối nhỏ hơn nữa.

### **Trụ cống**

Khối lượng mỗi trụ là  $103,6\text{m}^3$ , trong đó có móng  $12,5\text{m}^3$ . Chiều dài đổ bê tông trụ bị giới hạn bởi:

$$L \leq \frac{40(2,25 - 0,13)}{8 \times 2,50 \times 0,25} = 16,96\text{m}$$

Chiều dài của trụ là  $10\text{m} < 16,96\text{m}$ , cho nên có thể đổ bê tông suốt cả chiều dài trụ một lúc, không phải phân chia thành những khối nhỏ.

Về chiều cao thì phân trụ ra làm ba khối:

- Khối thấp (a), cao 2,0m, có khối lượng  $35,0\text{m}^3$
- Khối giữa (b), cao 2,5m, có khối lượng  $37,5\text{m}^3$
- Khối cao (c), cao 2,45m, có khối lượng  $31,1\text{m}^3$

### **Tường cánh gà trái**

Tường này có móng rộng 1,0m, thân rộng 0,5m, với khối lượng  $46,9\text{m}^3$ .

Chiều dài giới hạn của tường:

$$L \leq \frac{40(2,25 - 0,13)}{8 \times 1,0 \times 0,25} = 42,4\text{m}$$

Vậy tường cánh gà có thể đổ bê tông liền một khối, chỉ cần kéo dài ca làm việc thêm 1,5 giờ nữa (vì khối lượng tường cánh gà là  $46,9\text{m}^3 > 40\text{m}^3$ ).

### **Tường cánh gà phải**

Khối lượng tường này là  $725,9\text{m}^3$ , trong đó tường K chiếm  $194,7\text{m}^3$ , tường I và L đều chiếm  $199,4\text{m}^3$ , mỗi tường E và M chiếm  $66,2\text{m}^3$ .

Khi chiều rộng B = 3,50m, thì:

$$L \leq \frac{40(2,25 - 0,13)}{8 \times 3,50 \times 0,25} = 12,1\text{m}$$

Khi chiều rộng B = 2,50m, thì:

$$L \leq \frac{40(2,25 - 0,13)}{8 \times 2,50 \times 0,25} = 16,96\text{m}$$

Ngoài ra khối lượng của từng khối bê tông không được lớn hơn năng suất ca của máy trộn là  $N = 40 \text{ m}^3/\text{ca}$ .

Tường K phải chia ra làm 5 khối:  $\left( \frac{194,7}{40} \approx 5 \right)$ .

Khối  $K_1$  cao 1,25m, thể tích  $39,3\text{m}^3$

Khối  $K_2$  cao 1,50m, thể tích  $40,5\text{m}^3$

Khối  $K_3$  cao 1,70m, thể tích  $40,7m^3$

Khối  $K_4$  cao 2,00m, thể tích  $41,0m^3$

Khối  $K_5$  cao:  $7,95 - (1,25 + 1,5 + 1,7 + 2,0) = 1,5m$

thể tích:  $194,7 - (39,3 + 40,5 + 40,7 + 41,0) = 33,2m^3$

Chiều rộng của tường K thay đổi, lên cao thì nhỏ dần đi, vậy xác định chiều cao mỗi khối theo thể tích, chiều dài và chiều rộng của khối đó bằng cách giải phương trình bậc hai hoặc bằng cách mò dần.

Ví dụ: Khối  $K_1$  có  $Q = 40m^3$

$$Q = 3,5 \times 0,5 \times 10,0 + 10,0(3,0 - 0,5m)h$$

$$40 = 17,5 + 30,0h - 5,0 \times 0,188h^2$$

trong đó: 17,5 - thể tích của móng tường K, có tiết diện ngang là hình chữ nhật rộng 3,5, cao 0,5m;

$(3,0 - 0,5m)h$  - diện tích tiết diện hình thang của khối có chiều cao h thay đổi, đáy dưới rộng 3,0m, mái dốc  $m = 0,188$ .

Giải phương trình bậc hai:

$$0,94h^2 - 30h = 22,5 = 0$$

$$h^2 - 31,9h + 23,9 = 0$$

$$h = 0,75m$$

Kiểm tra lại khối lượng:

$$Q = 17,5 + 30,0 \times 0,75 - 0,94 \times 0,75^2 = 39,3m^3$$

Chiều cao tổng cộng của khối  $K_1$ :

$$0,5 + 0,75 = 1,25m$$

Xét khối  $K_2$ :  $Q = 40,0 = 10,0(3,0 - 0,188 \times 0,75 - 0,5 \times 0,188h)h$

$$= 0,94h^2 - 28,59h = 40,0 = 0$$

$$h^2 - 30,4h + 42,6 = 0$$

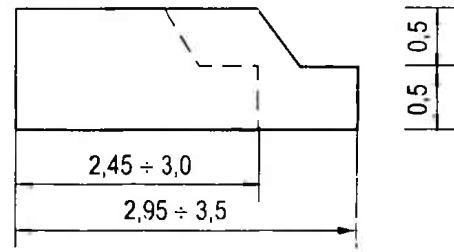
$$h = 1,50m$$

Kiểm tra:  $Q = 10,0(3,0 - 0,14 - 0,094 \times 1,5)1,5 = 40,8m^3$

Ta cũng tính toán như vậy để xác định chiều cao và kiểm tra thể tích của ba khối kia của tường cánh gà K.

Tường I và L có khối lượng  $199,4\text{m}^3$  sẽ chia ra làm 5 khối:

- Khối  $I_1$  và  $L_1$  cao 1,00m, chiếm  $39,0\text{m}^3$
- Khối  $I_2$  và  $L_2$  cao 1,20m, chiếm  $39,9\text{m}^3$
- Khối  $I_3$  và  $L_3$  cao 1,30m, chiếm  $39,2\text{m}^3$
- Khối  $I_4$  và  $L_4$  cao 1,50m, chiếm  $40,1\text{m}^3$
- Khối  $I_5$  và  $L_5$  cao 2,95m, chiếm  $41,2\text{m}^3$



Hình 2.2

Chiều rộng của tường I và L này thay đổi theo chiều cao và chiều dài: trên cùng đều là 1,60m; ở đáy mặt móng: từ  $3,50 \div 2,95\text{m}$ ; ở mặt trên móng: từ  $3,00 \div 2,45\text{m}$ .

Chiều cao của tường I và L giảm từ  $7,95 \div 5,0\text{m}$ .

Khối thấp nhất  $I_1$  gồm phần móng cao  $h_m = 0,5\text{m}$  và phần tường cao 0,50m (hình 2.2).

Chiều cao của khối  $I_1$  xác định như sau:

$$\begin{aligned}
 Q &= Q_{\text{móng}} + Q_{\text{tường}} = 0,5/h_m (b'_m + b''_m) + 0,5/h (b'_{tb} + b''_{tb}) \\
 &= 0,5 \times 13,2 \times 0,5(3,5 + 2,95) + 0,5 \times 13,2h(3,0 - 0,5mh + 2,45 - 0,5mh) \\
 40,0 &= 21,3 + 6,6(5,45h - 0,188h^2) \\
 1,24h^2 - 36h + 18,7 &= 0
 \end{aligned}$$

Trong này ( $b'_{tb}$  và  $b''_{tb}$ ) là những đường trung bình của các tiết diện ngang hình thang, nghĩa là chiều rộng của tường ở giữa chiều cao của khối.

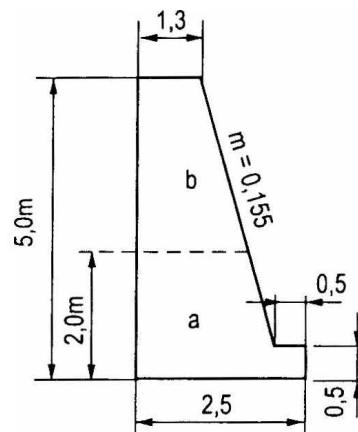
Giải phương trình thì được  $h = 0,53\text{m}$ .

Lấy  $h = 0,50\text{m}$  và tính thử lại thể tích khối:

$$\begin{aligned}
 Q &= Q_m + Q_t \\
 &= 21,3 + 0,5 \times 13,2 \times 0,5(2,95 + 2,4) \\
 &= 21,3 + 17,7 = 39,0\text{m}^3
 \end{aligned}$$

Chiều cao và thể tích bốn khối còn lại của phần tường cánh gà I và L cũng tính tương tự như vậy.

Tường E và M, mỗi đoạn có khối lượng  $66,2\text{m}^3$ , dài 8,0m, cao 5,0m, chiều rộng ở trên 1,3m, chiều rộng chân tường 2,0m, chiều rộng đáy móng 2,5m, mái dốc  $m = 0,155$  (hình 2.3).



Hình 2.3

Với khối lượng  $66,2\text{m}^3$  thì phải chia tường E và M thành hai khối đổ bê tông. Chiều cao của khối dưới lấy bằng 2,0m.

Tính thể tích khối dưới:

$$Q = 0,5 \times 250(8,0 - 1,6) + 0,5 \times 2,0 \times 1,6 + 0,5 \times 150(2,0 + 1,78)6,4 + 1,5 \times 1,3 \times 1,6$$

$$= 8,0 + 1,6 + 18,0 + 3,1 = 30,7\text{m}^3$$

Chiều cao của khối trên là 3,0m, thì thể tích của nó:

$$Q = 0,5 \times 3,0(1,78 + 1,3)6,4 = 1,3 \times 3,0 \times 1,6 = 35,7\text{m}^3$$

Trình tự đổ bê tông các khối của cống (bảng 2.3).

**Bảng 2.3**

Tên kết cấu	Khối lượng (m <sup>3</sup> )	Tên các khối	Chiều cao của khối (m)	Thể tích của khối (m <sup>3</sup> )	Trình tự đổ bê tông các khối
1	2	3	4	5	6
Tấm đáy	82,0	ĐI	0,5	20,5	1
		Đ2	0,5	20,5	
		Đ3	0,5	20,5	2
		Đ4	0,5	20,5	
Các trụ	310,8				
Trụ B <sub>1</sub>	103,6	B <sub>1a</sub>	2,0	35,0	3
		B <sub>1b</sub>	2,5	37,5	6
		B <sub>1c</sub>	2,45	31,1	9
Trụ B <sub>2</sub>	103,6	B <sub>2a</sub>	2,0	35,0	4
		B <sub>2b</sub>	2,5	37,5	7
		B <sub>2c</sub>	2,45	31,1	10
Trụ B <sub>3</sub>	103,6	B <sub>3a</sub>	2,0	35,0	5
		B <sub>3b</sub>	2,5	37,5	8
		B <sub>3c</sub>	2,45	31,1	11
Tường cánh gà phải	725,5				
Tường K	194,7	K <sub>a</sub>	1,25	39,3	14
		K <sub>b</sub>	1,5	40,5	19
		K <sub>c</sub>	1,7	40,7	23
		K <sub>d</sub>	2,0	41,0	26
		K <sub>e</sub>	1,5	33,2	29

**Bảng 2.3 (tiếp theo)**

1	2	3	4	5	6
Tường I	199,4	I <sub>a</sub>	1,0	39,0	13
		I <sub>b</sub>	1,2	39,9	18
		I <sub>c</sub>	1,3	39,2	22
		I <sub>d</sub>	1,5	40,1	25
		I <sub>e</sub>	2,95	41,2	28
Tường L	199,4	L <sub>a</sub>	1,0	39,0	15
		L <sub>b</sub>	1,2	39,9	20
		L <sub>c</sub>	1,3	39,2	24
		L <sub>d</sub>	1,5	40,1	27
		L <sub>e</sub>	2,95	41,2	30
Tường E	66,2	E <sub>a</sub>	2,0	30,6	12
		E <sub>b</sub>	3,0	35,6	17
Tường M	66,2	M <sub>a</sub>	2,0	30,6	16
		M <sub>b</sub>	3,0	35,6	21
Tường cánh gà trái	46,9	C	6,95	46,9	31
<b>Tổng cộng</b>	<b>1165,6</b>	<b>33</b>		<b>1165,6</b>	

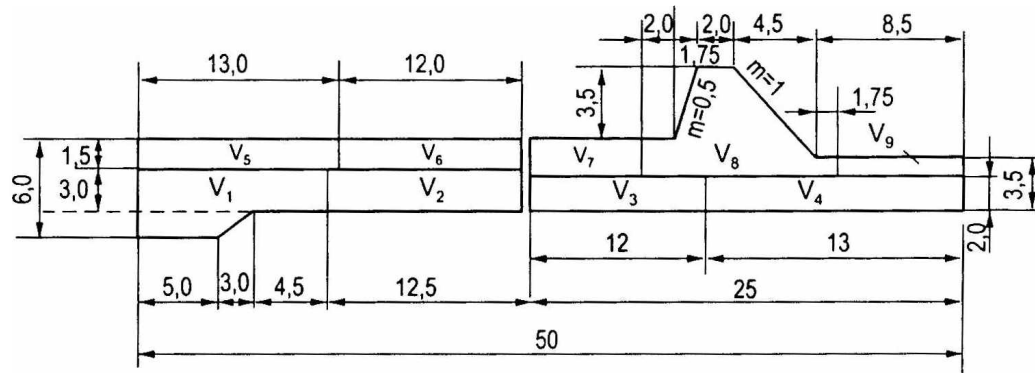
**Bài toán 2.5: Phân khối đổ bê tông sân tiêu năng công trình thủy lợi**

Cho công trình (hình 2.4), với chiều rộng 10m:

Phân chia công trình thành các khối đổ bê tông và ấn định trình tự đổ bê tông. Biết rằng năng suất của trạm máy trộn là  $156 \text{ m}^3/\text{ca}$ . Thời gian bê tông bắt đầu đông cứng là  $t_{dc} = 2,25$  giờ, thời gian vận chuyển vừa đông là  $t_{v, ch} = 0,16$  giờ. Chiều dày lớp bê tông được đầm là  $h = 0,30\text{m}$ .

Khi phân khối cần chú ý mấy điểm sau:

- Số các mạch ngừng phải ít nhất.
- Các mạch đứng phải lệch nhau.
- Chia làm hai tầng đổ bê tông.



Hình 2.4

Ta chia phần bên trái của công trình ra làm 4 khối:

Tầng dưới cao 3,0m chia thành khối  $V_1$  và  $V_2$ , dài 12,5m.

Tầng trên cao 1,5m chia thành khối  $V_5$  và  $V_6$ , dài 12,0m và 13,0m.

Ta chia phần bên phải công trình ra làm năm khối:

Tầng dưới chia thành: Khối  $V_3$  (dài 12,0m, cao 2,0m)

Khối  $V_4$  (dài 13,00m, cao 2,0m)

Tầng trên chia thành: Khối  $V_7$  (dài 6,25m, cao 1,5m)

Khối  $V_8$  (dài 12,0m, chiều cao thay đổi)

Khối  $V_9$  (dài 6,75m, cao 1,5m)

Tính thể tích các khối:

$$V_1 = [(5,0 + 8,0)0,5 \times 1,5 + 12,5 \times 3,0]10,0 = 472,5\text{m}^3$$

$$V_2 = 12,5 \times 3,0 \times 10,0 = 375,0\text{m}^3$$

$$V_3 = 12,0 \times 2,0 \times 10,0 = 240,0\text{m}^3$$

$$V_4 = 13,0 \times 2,0 \times 10,0 = 260,0\text{m}^3$$

$$V_5 = 13,0 \times 1,5 \times 10,0 = 195,0\text{m}^3$$

$$V_6 = 12,0 \times 1,5 \times 10,0 = 180,0\text{m}^3$$

$$V_7 = 6,25 \times 2,5 \times 10,0 = 156,0\text{m}^3$$

$$V_8 = [12,0 \times 1,5 + (10,25 - 0,5 \times 1,0)1,0 + \left(2,0 \frac{0,5 + 1,0}{2} \times 3,5\right)]10 = 439,2\text{m}^3$$

$$V_9 = 6,75 \times 1,5 \times 10 = 101,0\text{m}^3$$

$$\text{Thể tích tổng cộng: } 2417,7\text{m}^3$$



Trừ hai khối  $V_7$  và  $V_9$  ra, thể tích các khối khác đều lớn hơn năng suất hàng ngày của trạm máy trộn bê tông, cho nên cần phải phân chia các khối này bằng các mạch dọc (song song với chiều dài công trình) ra thành các khối nhỏ hơn.

Muốn ấn định chiều rộng giới hạn của các khối (khi vẫn giữ nguyên chiều dài của chúng), ta áp dụng công thức:

$$S = BL \leq \frac{N_{\text{giờ}}(t_{\text{dc}} - t_{\text{v.ch}})}{h}$$

Chiều rộng của khối  $V_5$  phải là:  $B_5 \leq \frac{9,5(2,25 - 0,16)}{13,0 \cdot 0,30} = 5,08\text{m}$

Chiều rộng khối  $V_1$  phải là:  $B_1 \leq \frac{9,5(2,25 - 0,16)}{12,5 \cdot 0,30} = 5,28\text{m}$

$$B_2 \leq 5,28\text{m};$$

$$B_8 = B_3 = B_6 \leq 5,52\text{m}$$

$$B_4 = B_5 \leq 5,08\text{m}$$

$$B_7 \leq 10,6\text{m};$$

$$B_9 \leq 9,86\text{m}$$

Trừ hai khối  $V_7$  và  $V_9$  ra, cần phải chia các khối khác ra làm hai, ba phần.

Khối  $V_1$  phân ra làm 3 khối:  $V_{1a}$ ,  $V_{1b}$ ,  $V_{1c}$ , rộng 3,33m, thể tích  $157,5\text{m}^3$ .

Khối  $V_2$  cũng phân ra làm 3 khối; rộng 3,33m, thể tích  $125,0\text{m}^3$ .

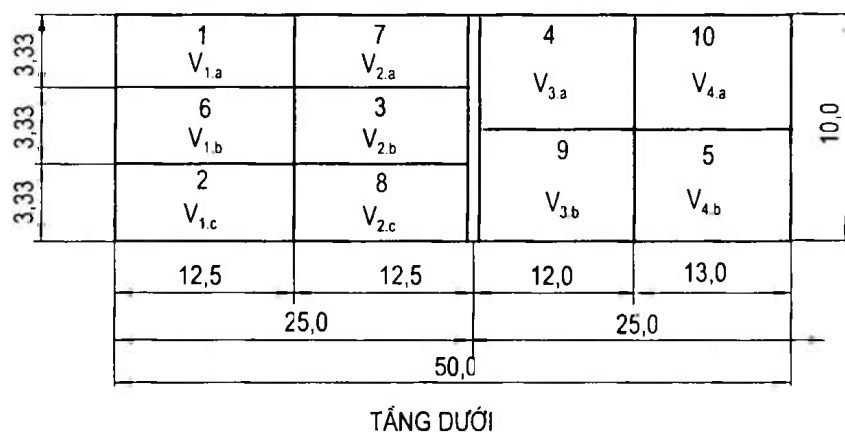
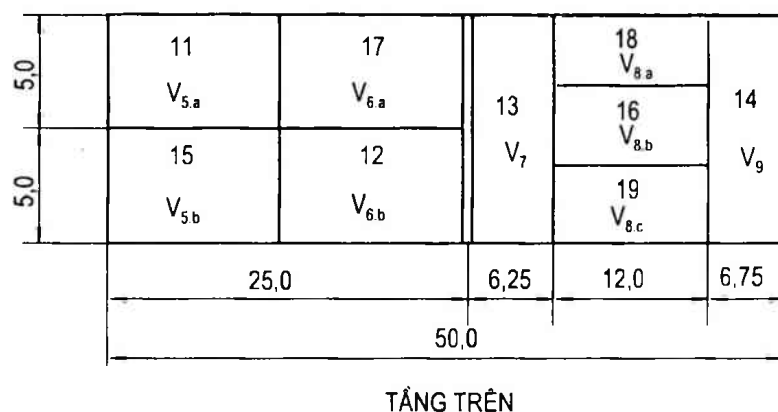
Các khối khác cũng làm như vậy (hình 2.5).

**Bảng 2.4. Bảng tổng kết**

Tầng bê tông	Tên các khối	Thể tích $\text{m}^3$	Kích thước các khối (m)			Trình tự đổ bê tông (thứ tự ngày đổ bê tông)
			Chiều dài	Chiều cao	Chiều rộng	
1	2	3	4	5	6	7
Tầng cuối	$V_{1a}$	157,5	12,5	4,5 - 3,0	3,33	1
	$V_{1b}$	157,5	12,5	4,5 - 3,0	3,33	6
	$V_{1c}$	157,5	12,5	4,5 - 3,0	3,34	2
	$V_{2a}$	125,0	12,5	3,0	3,33	7
	$V_{2b}$	125,0	12,5	3,0	3,33	3
	$V_{2c}$	125,0	12,5	3,0	3,34	8
	$V_{3a}$	118,0	12,5	2,0	5,00	4
	$V_{3b}$	118,0	12,0	2,0	5,00	9
	$V_{4a}$	128,0	13,0	2,0	5,00	10
	$V_{4b}$	128,0	13,0	2,0	5,00	5

**Bảng 2.4 (tiếp theo)**

1	2	3	4	5	6	7
Tầng trên	V <sub>5a</sub>	97,5	13,0	1,5	5,00	11
	V <sub>5b</sub>	97,5	13,0	1,5	5,00	15
	V <sub>6a</sub>	90,0	12,0	1,5	5,00	17
	V <sub>6b</sub>	90,0	12,0	1,5	5,00	12
	V <sub>7</sub>	151,2	6,25	2,5	10,0	13
	V <sub>8a</sub>	146,4	12,0	thay đổi	3,33	18
	V <sub>8b</sub>	145,4	12,0	thay đổi	3,33	16
	V <sub>8c</sub>	146,4	12,0	thay đổi	3,34	19
	V <sub>9</sub>	98,2	6,75	1,50	10,0	14
		2417m <sup>3</sup>				19 ngày



**Hình 2.5**

### Bài toán 2.6: Tính số lượng máy thang tải phục vụ đổ bê tông

Nhân; suất máy thang tải tính bằng công thức:

$$N = q \cdot \frac{60}{t_{ck}} \cdot K$$

$q$  - trọng lượng vật nâng;

$t_c$  - thời gian một chu kỳ vận chuyển, gồm:

- Thời gian trút vữa vào thùng từ xe  $\approx 3$  phút
- Thời gian đổ vữa ra khỏi thùng  $\approx 2$  phút
- Thời gian nâng thùng lên cao

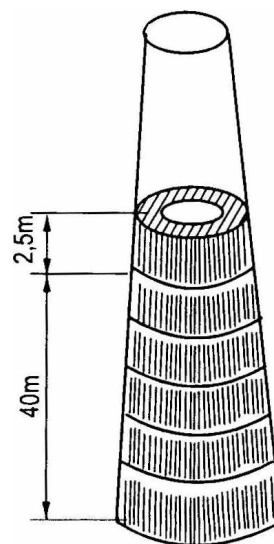
với độ cao 5 - 30m ..... 1 phút

30 - 60m ..... 2 phút

60 - 90m ..... 3 phút

$K = 0,8$  - hệ số không đều hòa khi chứa vữa vào thùng và khi nâng thùng lên cao.

**Ví dụ:** Chọn số máy thang tải phục vụ đổ bê tông đoạn ống khí ở độ cao 40m, có khối lượng  $V = 32,8m^3$ , bán kính trung bình  $r = 4m$ , chiều cao  $h = 2,5m$  (hình 2.6).



Hình 2.6

*Biết rằng:*

Thời gian bắt đầu đông cứng của xi măng ở nhiệt độ  $30^{\circ}C$  là  $t_{dc} = 1,9$  giờ.

Thời gian vận chuyển vữa bê tông đến công trường là  $t_{v, ch} = 0,2$  giờ.

Chọn loại thang tải giếng có sức nâng 0,5 tấn.

Thùng chứa vữa bê tông của nó có dung tích  $0,20m^3$ , nặng 50kg.

Thùng chỉ chứa 80% dung tích, tức:

$$0,2 \times 0,8 = 0,16m^3 \text{ bê tông}$$

Lượng vữa này nặng:  $0,16 \times 2,4 = 0,384$  tấn

Thời gian một chu kỳ vận chuyển vữa:

$$t_{ck} = 3' + 2' + 2' = 7 \text{ phút}$$

Nhân, suất thang tải:  $N = 0,16 \cdot \frac{60}{7} \cdot 0,8 = 1,1 m^3/h$

Diện tích giới hạn đổ bê tông bằng một thang tải:

$$S \leq \frac{N(t_{dc} - t_{v, ch})}{h} = \frac{1,1(1,9 - 0,2)}{0,3} \leq 6,2m^2$$

$h$  - chiều dày lớp bê tông được đầm bằng đầm dùi chấn động.

Diện tích đổ bê tông của tiết diện ống khói:

$$S_1 = 2\pi rd$$

$r$  - bán kính trung bình của tiết diện ống khói = 4m

$d$  - chiều dày thành ống khói = 0,4m

$$S_1 = 2\pi \cdot 4 \cdot 0,4 = 10m^2$$

Vậy cần 2 máy thang tải giếng mới kịp đổ bê tông đoạn ống khói này.

### **Bài toán 2.7: Thiết kế tổ chức đúc bê tông khung nhà nhiều tầng theo phương pháp dây chuyền**

Thi công bê tông nhà nhiều tầng có hai gián đoạn kĩ thuật là:

$t_1$  - thời gian chờ đợi cho đến khi được phép dựng dàn giáo, cốppha trên các kết cấu vừa mới đổ bê tông.

$t_2$  - thời gian chờ đợi cho đến khi tháo dỡ được cốppha của kết cấu mới đổ bê tông.

Hình 2.7 trình bày tiến độ thi công dây chuyền đúc khung nhà bê tông cốt thép hai tầng với 4 dây chuyền đơn là: công tác cốppha, công tác cốt thép, công tác bê tông và công tác tháo dỡ cốppha.

$m_1, m_2$  - số phân đoạn đổ bê tông của khung nhà tầng 1 và tầng 2.

$k$  - nhịp dây chuyền đơn.

$n$  - số dây chuyền đơn.

$a$  - số tầng nhà.

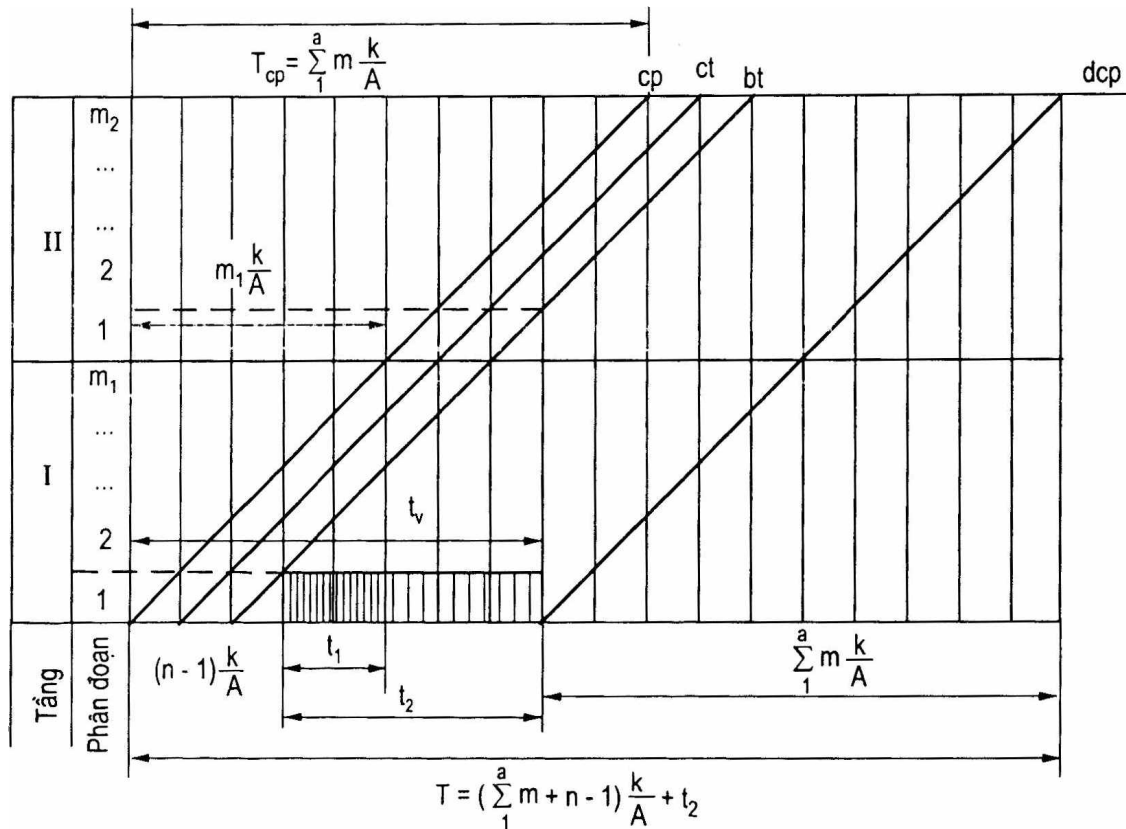
$A$  - số ca làm việc trong ngày.

Thời gian đặt cốppha dàn giáo trên một tầng nhà, một mặt phải bằng:

$$m \frac{k}{A}$$

mặt khác phải bằng hoặc lớn hơn:

$$(n - 1) \frac{k}{A} + t_1$$



Hình 2.7

vì dây chuyền đặt cốtpha dàn giáo chỉ có thể bắt đầu ở tầng trên, sau khi thời gian gián đoạn kĩ thuật  $t_1$  đã kết thúc, mới cho phép tầng dưới chịu lực:

$$\frac{mk}{A} \geq \frac{(n-1)k}{A} + t_1$$

Số phân đoạn tối thiểu tại mỗi tầng phải bằng:

$$m_{\min} = \frac{At_1}{k} + n - 1$$

thì mới đảm bảo yêu cầu là các công tác có thể gián đoạn nhau, nhưng dây chuyền của từng công tác vẫn liên tục.

Thời gian thi công tất cả a tầng nhà là:

$$T = (am + n - 1) \frac{k}{A} + t_2$$

Nếu khối lượng công tác của các tầng nhà không bằng nhau thì thời gian thi công sẽ là:

$$T = \left[ \sum_{i=1}^a m + n - 1 \right] \frac{k}{A} + t_2$$

Số phân đoạn trong mỗi tầng nhà:

$$m_1 = \left[ \frac{A(T - t_2)}{k} - n + 1 \right] \frac{Q_1}{Q}$$

$$m_2 = \left[ \frac{A(T - t_2)}{k} - n + 1 \right] \frac{Q_2}{Q} = m_1 \frac{Q_2}{Q_1}$$

.....

$$m_a = \left[ \frac{A(T - t_2)}{k} - n + 1 \right] \frac{Q_a}{Q} = m_1 \frac{Q_a}{Q_1}$$

$Q_1$  - khối lượng công tác tầng thứ nhất;

$Q_a$  - khối lượng công tác tầng thứ a.

Độ luân lưu cốppha v xác định bằng cách chia thời gian lắp dựng cốppha toàn bộ công trình  $T_v$  cho thời gian một lần sử dụng một bộ cốppha  $t_v$ :

$$v = \frac{T_v}{t_v} = \frac{\sum_1^a m \frac{k}{A}}{(n-1) \frac{k}{A} + t_2} = \frac{\sum_1^a m}{n-1 + \frac{At_2}{k}}$$

Số bộ cốppha:

$$b = \frac{\sum_1^a m}{v} = n-1 + \frac{At_2}{k}$$

Độ luân lưu cốppha và số bộ cốppha có thể xác định riêng rẽ cho cốppha thành và cốppha đáy.

**Ví dụ:** Thiết kế thi công đúc khung nhà bê tông cốt thép hai tầng (hình 2.8) theo phương pháp dây chuyền, với các số liệu cho như sau:  $T = 35$  ngày;  $k = 1$ ;  $A = 1$ ;  $t_1 = 2$  ngày;  $t_2 = 9$  ngày.

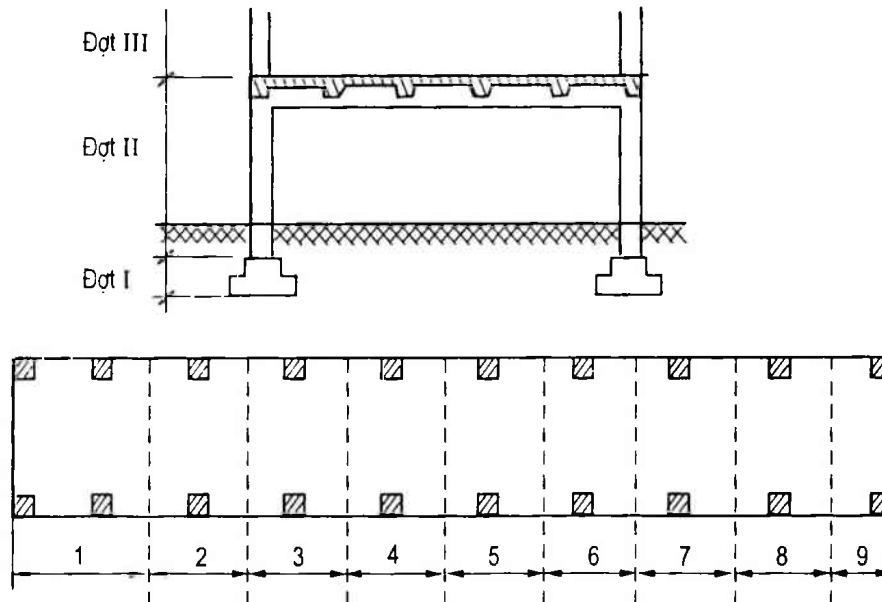
Khối lượng bê tông móng:  $190m^3$

Khối lượng bê tông tầng một:  $270m^3$

Khối lượng bê tông tầng hai:  $250m^3$

Tổng khối lượng:  $710m^3$

Phân chia khung nhà theo chiều cao thành ba đợt: đợt I gồm các móng cột, đợt II gồm tầng một, đợt III gồm tầng hai.



Hình 2.8

Tổng số các phân đoạn đổ bê tông là:

$$z \sum_{i=1}^a m_i = \frac{A}{k} (T - t_2) - n + 1 = \frac{1}{1} (35 - 9) - 4 + 1 = 23 \text{ phân đoạn}$$

Số phân đoạn tối thiểu tại mỗi tầng là:

$$m_{\min} = \frac{At_1}{k} + n - 1 = \frac{1.2}{1} + 4 - 1 = 5 \text{ phân đoạn}$$

Khối lượng bê tông trung bình của mỗi phân đoạn:

$$V_0 = \frac{710}{23} = 30,8 \text{ m}^3$$

Cho biết năng suất đổ bê tông móng của một đội công nhân là  $36 \text{ m}^3/\text{ca}$  và năng suất đổ bê tông các kết cấu tầng nhà là  $26,4 \text{ m}^3/\text{ca}$ .

Số phân đoạn của đợt thi công I là:

$$m_1 = \frac{190}{36} = 5,2 \text{ (lấy chẵn là 5 phân đoạn)}$$

Số phân đoạn của đợt thi công II là:

$$m_2 = \frac{270}{26,4} = 10,2 \text{ phân đoạn}$$

Số phân đoạn của đợt thi công III là:

$$m_3 = \frac{250}{26,4} = 9,5 \text{ phân đoạn}$$

Theo khả năng đặt được các mạch ngừng tại các vị trí cho phép, ta phân mỗi tầng nhà thành 9 phân đoạn.

Vậy khối lượng đổ bê tông mỗi ca:

ở tầng một là:  $V_2 = \frac{270}{9} = 30\text{m}^3$

ở tầng hai là:  $V_3 = \frac{250}{9} = 27,8\text{m}^3$

Như vậy là đã thiết kế vượt định mức năng suất từ 5,3 đến 12,6%.

Số phân đoạn mỗi đợt đều từ 5 trở lên, như vậy đảm bảo các dây chuyền thi công bê tông liên tục.

Số các phân đoạn của cả ba đợt là:

$$m_1 + m_3 + m_2 = 5 + 9 + 9 = 23$$

Thời gian thi công bê tông toàn bộ công trình là:

$$T = \left( \sum_1^a m + n - 1 \right) \frac{k}{A} + t_2 = (23 + 4 - 1) \frac{1}{1} + 9 = 35 \text{ ngày}$$

Như vậy đảm bảo hoàn thành công tác đúng thời gian quy định.

Số bộ cốppha móng cần thiết:

$$b = n - 1 + \frac{A.t'_2}{k} = 4 - 1 + \frac{1.2}{1} = 5 \text{ bộ}$$

$t'_2$  - thời gian chờ đợi dỡ cốppha thành, lấy  $t'_2 = 2$  ngày.

Độ luân lưu cốppha cột:

$$v = \frac{\Sigma m}{n - 1 + \frac{A.t'_2}{k}} = \frac{18}{4 - 1 + \frac{1.2}{1}} = 3,6 \text{ vòng}$$

Số bộ cốppha cột cần thiết:

$$b = n - 1 + \frac{A.t'_2}{k} = 4 - 1 + \frac{1.2}{1} = 5 \text{ bộ}$$



Độ luân lưu của cốppha đầm sàn:

$$v = \frac{\Sigma m}{n - 1 + \frac{At_2''}{k}} = \frac{18}{4 - 1 + \frac{1.9}{1}} = 1,5 \text{ vòng}$$

$t_2''$  - thời gian chờ đợi dỡ cốppha đáy, lấy  $t_2'' = 9$  ngày.

Số bộ cốppha đầm sàn cần thiết:

$$b = n - 1 + \frac{At_2''}{k} = 4 - 1 + \frac{1.9}{1} = 12 \text{ bộ}$$

### Bài toán 2.8: Thiết kế cốppha đáy

Tính cốppha đáy ta dùng các công thức tính dầm đơn hoặc dầm liên tục chịu tải trọng phân phối đều.

1. Công thức tính mômen uốn của dầm đơn, chịu tải trọng phân phối đều:

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \cdot \frac{ql^2}{100} \text{ kG/cm}$$

$q$  - tải trọng phân bố đều trên 1cm, tính bằng kG/m;

$l$  - khẩu độ tính bằng cm.

2. Công thức tính độ võng của dầm đơn chịu tải trọng phân phối đều:

$$f = -\frac{5}{384} \cdot \frac{Pl^4}{100EI} \text{ cm} < \frac{3}{1000} l$$

3. Công thức tính mômen uốn của dầm đơn, chịu tải trọng tập trung ở giữa dầm:

$$M_{\max} = \frac{Pl^2}{4} \text{ kG/cm}$$

$P$  - lực tập trung, tính bằng kG.

4. Công thức tính độ võng của dầm đơn, chịu tải trọng tập trung ở giữa dầm:

$$f = -\frac{Pl^3}{48EI}, \quad \text{cm}$$

5. Công thức tính chiều dày ván  $d$  hoặc chiều cao dầm  $h$ :

$$d \text{ hay } h = \sqrt{\frac{6M_{\max}}{b[\sigma]_u}}, \quad \text{cm}$$

b - chiều rộng của dầm hay ván (cm);

$[\sigma]_u$  - ứng suất uốn cho phép của gỗ ( $\text{kG/cm}^2$ ).

6. Tính cột chống đỡ bên dưới cốppha đáy theo công thức sau:

$$[\sigma]_{\text{ép}} \geq \frac{N}{\varphi F}$$

N - tải trọng đè lên cột (kG);

F - diện tích mặt cắt cột (mặt cắt đặc) ( $\text{cm}^2$ )

$\varphi$  - hệ số uốn dọc, phụ thuộc vào độ mảnh  $\lambda$

$$\lambda = \frac{\mu l}{i}$$

l - chiều dài cột (cm);

$\mu$  - hệ số phụ thuộc điều kiện chốt nối hai đầu cột;

i - bán kính chuyển hồi mặt cắt cột

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}}$$

I - mômen quán tính của cột ( $\text{cm}^4$ );

F - diện tích mặt cắt cột ( $\text{cm}^2$ ).

Nếu cột hình tròn thì:  $i = \frac{d}{4}$ .

d - đường kính cột.

Khi biết  $\mu$ , l, i thì tính được  $\lambda$ ; và từ  $\lambda$  tìm ra  $\varphi$  bằng cách tra bảng (bảng 2.5).

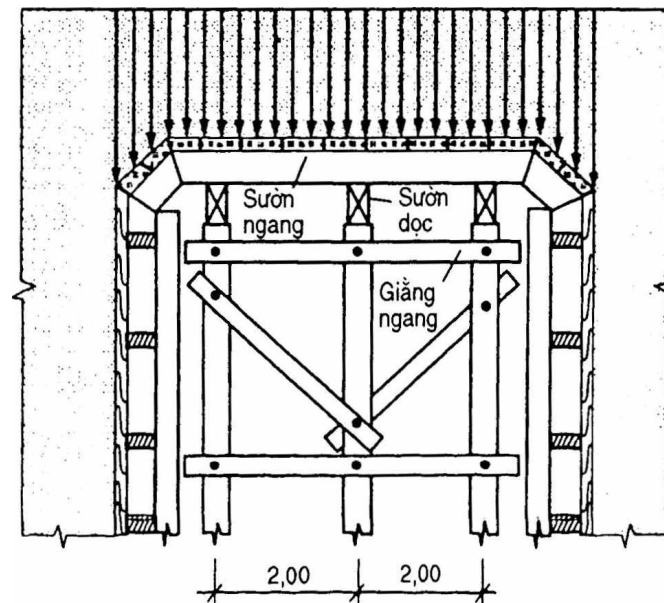
**Bảng 2.5. Bảng tra hệ số  $\varphi$  dùng cho gỗ**

$\lambda$	$\varphi$	$\lambda$	$\varphi$	$\lambda$	$\varphi$
0	1,00	70	0,58	140	0,16
10	0,99	80	0,47	150	0,14
20	0,97	90	0,38	160	0,12
30	0,93	100	0,31	170	0,11
40	0,87	110	0,25	180	0,10
50	0,80	120	0,22	190	0,09
60	0,71	130	0,18	200	0,08

*Ghi chú:* Cột chống có các giằng ngang ở hai đầu, nên coi như hai đầu cột bị ngàm và  $\mu = 0,65$ .

**Ví dụ:** Tính cốppha đáy (hình 2.9):

- Chiều dày lớp bê tông bên trên: 50cm
- Khoảng cách ngang giữa hai cột chống: 2m
- Khoảng cách dọc giữa hai cột chống: 1m
- Chiều cao cột chống: 5m



Hình 2.9

**a) Các lực tác dụng lên cốppha đáy**

1- Trọng lượng bê tông trên 1m dài (chiều rộng ván 30cm):

$$q_1 = 0,5 \times 0,30 \times 1 \times 2600 = 390 \text{ kG/m}$$

2- Lực động do đổ bê tông xuống ván: 200 kG/m<sup>2</sup>

3- Trọng lượng người đứng trên: 200 kG/m<sup>2</sup>

4 - Trọng lượng xe vận chuyển, cầu công tác: 300 kG/m<sup>2</sup>

5- Lực rung động do đầm máy: 130 kG/m<sup>2</sup>

Tổng cộng hoạt tải: 830 kG/m<sup>2</sup>

**b) Tính chiều dài ván**

Hoạt tải phân phối trên 1m dài ván:

$$q_2 = \frac{830 \times 30}{100} = 249 \text{ kG/m}$$

Tổng cộng lực phân bố trên 1m dài:

$$q = q_1 + q_2 = 390 + 249 = 639 \text{ kG/m}$$

Coi ván như dầm đơn chịu lực phân bố đều, có nhịp  $l = 60\text{cm}$  (khoảng cách giữa các sườn ngang là 60cm).

Mômen lớn nhất của dầm:

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \times \frac{ql^2}{100} = \frac{639 \times 60^2}{8 \times 100} = 2875 \text{ kG/cm}$$

Độ dày của ván:  $d = \sqrt{\frac{6M}{b[\sigma]}} = \frac{6 \times 2875}{30 \times 98} = 2,40\text{cm}$

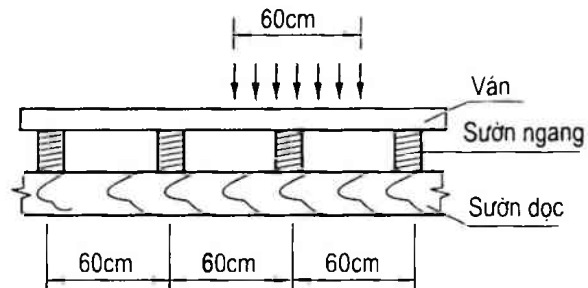
Ta dùng ván  $30 \times 30\text{cm}$ .

**c) Tính kích thước sườn ngang (hình 2.10)**

Lực phân bố trên thanh sườn ngang là lực phân bố trên diện tích ván sàn  $60 \times 200\text{cm}$ .

Ở phần trên ta đã tính được lực phân bố đều trên diện tích  $30 \times 100\text{cm}$  là 639 kG/m. Vậy lực phân bố trên diện tích  $60 \times 100\text{cm}$  là:

$$q = 639 \times 2 = 1278 \text{ kG/m}$$



Hình 2.10

Ta coi thanh sườn ngang là một dầm đơn chịu lực phân phối đều  $q = 1278 \text{ kG/m}^2$  tựa lên hai sườn dọc và nhịp của nó bằng 2m.

Nếu tính thêm trọng lượng của ván:

$$q_v = 0,6 \times 1 \times 0,03 \times 800 = 14,4 \text{ kG/m}$$

thì:  $q = 1278 + 14,4 = 1293 \text{ kG/m}$

Mômen uốn lớn nhất của thanh sườn ngang:

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \times \frac{ql^2}{100} = \frac{1 \times 1293 \times 200^2}{8 \times 100} = 64650 \text{ kG.cm}$$

Chọn chiều rộng thanh sườn là 10cm, thì chiều cao là:

$$h = \sqrt{\frac{6M}{b[\sigma]}} = \sqrt{\frac{6 \times 64650}{10 \times 98}} = \sqrt{396} \approx 20\text{cm}$$

Kích thước thanh sườn ngang là  $10 \times 20\text{cm}$ .

Kiểm tra độ võng thanh sườn ngang:

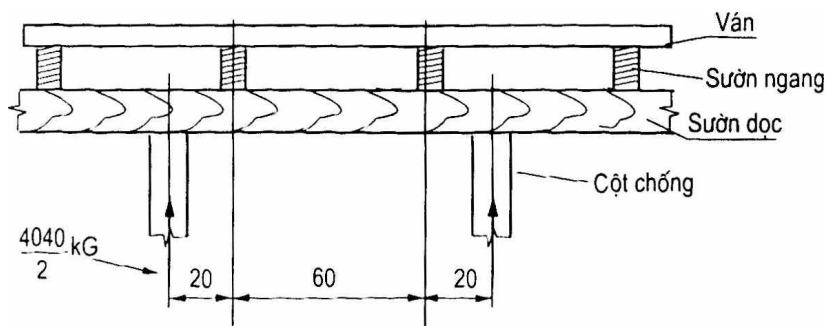
$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{10 \times 20^3}{12} = 6666,7\text{cm}^4$$

$$f_{\max} = \frac{5ql^4}{384EI} = \frac{5 \times 1293 \times 200^4}{384 \times 100 \times 1,2 \times 10^6 \times 6666,7} = 0,0033\text{cm}$$

$$f_{\text{cho phép}} = \frac{3}{1000} l = \frac{3 \times 200}{1000} = 0,60\text{cm}$$

Vậy:  $f_{\max} < f_{\text{cho phép}}$

**d) Tính kích thước sườn dọc (hình 2.11)**



**Hình 2.11**

Trọng lượng ván truyền lên sườn dọc (ván dày 3cm):

$$2\text{m} \times 1\text{m} \times 0,03\text{m} \times 800\text{kg} = 48\text{ kg/m}$$

Trọng lượng hai thanh sườn ngang:

$$2 \times 0,1\text{m} \times 0,20\text{m} \times 1\text{m} \times 800\text{kg} = 32\text{kg}$$

Ở phần tính sườn ngang ta đã biết lực phân bố trên diện tích  $60 \times 100\text{cm}$  là  $1278\text{ kG/m}$ .

Vậy ta có thể tính lực phân bố trên diện tích  $200 \times 100\text{cm}$ :

$$\frac{1278 \times 200}{60} = 4260\text{ kG}$$

Tải trọng tác dụng lên sườn dọc là:

$$P = 4260 + 48 + 32 = 4340\text{ kG}$$

Ta coi sườn dọc là một dầm đơn giản, có nhịp 1m, chịu hai lực tập trung:

Mômen uốn lớn nhất của nó là:

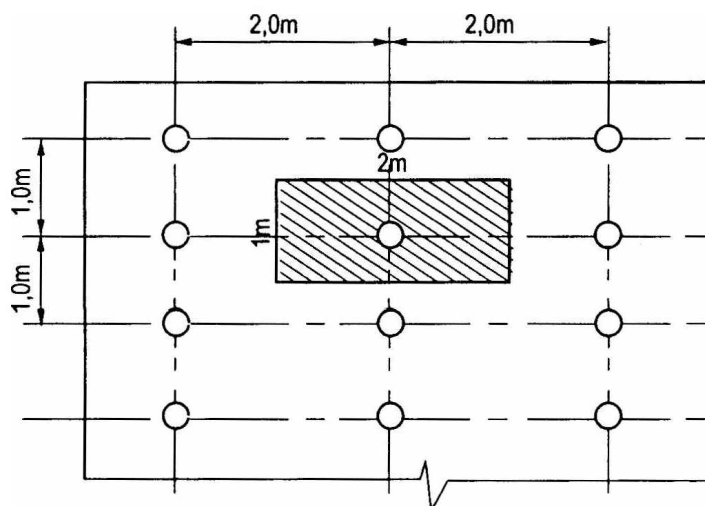
$$M_{\max} = \frac{4340}{2} \times 20 = 43400 \text{ kG/cm}$$

Chọn chiều rộng của sườn dọc là 10cm thì:

$$h = \sqrt{\frac{6M}{b[\sigma]_u}} = \sqrt{\frac{6 \times 43400}{10 \times 98}} \approx 16,3 \text{ cm}$$

Kích thước của sườn dọc là  $10 \times 20 \text{ cm}$ .

**e) Tính cột chống (hình 2.12)**



**Hình 2.12**

Tải trọng tác dụng lên cột chống là phần lực phân bố trên diện tích  $1 \times 2 \text{ m}$ , như đã tính ở trên, thì bằng 4340kg, chưa kể trọng lượng sườn dọc.

Trọng lượng sườn dọc:

$$0,10 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 800 = 16 \text{ kg}$$

Tải trọng truyền lên cột chống:

$$4340 + 16 = 4356 \text{ kG}$$

Phương pháp tính cột chống là chọn tiết diện cột trước, rồi kiểm tra khả năng chịu nén, khả năng chống uốn dọc. Nếu tiết diện thỏa mãn hai điều kiện trên là được.

Ta chọn cột chống gỗ tròn, đường kính 15cm.

Bán kính chuyển hồi của hình tròn:

$$i = \frac{d}{4} = \frac{15}{4} = 3,75 \text{ cm}$$

Hai đầu cột chống có các giằng ngang, nên coi như hai đầu ngàm, ta lấy:

$$\mu = 0,65$$

Độ mảnh: 
$$\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{0,65 \times 500}{3,75} = 87$$

Tra bảng 2.5, ta có:  $\lambda = 80 \dots \varphi = 0,47$

$$\lambda = 90 \dots \varphi = 0,38$$

với: 
$$\lambda = 87 \dots \varphi = 0,47 - \frac{(0,47 - 0,38)7}{10} = 0,41$$

Diện tích của cột: 
$$F = \pi R^2 = 3,14 \times 7,5^2 = 175 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi F} = \frac{4356}{0,41 \times 175} = 62,2 \text{ kG/cm}^2$$

$$\sigma = 62,2 \text{ kG/cm}^2 < [\sigma]_{\text{ncn}} = 67 \text{ kG/cm}^2$$

Như vậy cột  $\phi 15\text{cm}$  khi chịu lực nén thì không bị oằn.

### Bài toán 2.9: Thiết kế cốppha thành

#### a) Các lực ngang tác dụng lên cốppha thành (phụ lục 5)

1- Tải trọng động do đổ bê tông vào cốppha:

$$P_d = 200 \text{ kG/m}^2 \text{ (lượng bê tông đổ < 200 lít)}$$

$$P_d = 400 \text{ kG/m}^2 \text{ (lượng bê tông đổ 200 ÷ 700 lít)}$$

2- Tải trọng ngang của vữa bê tông khi đổ và đầm:

- Đầm bằng tay:  $P = 1500H + P_d$

- Đầm bằng máy:  $P = \gamma H + P_d$

$\gamma$  - dung trọng của  $1\text{m}^3$  bê tông;

$H$  - chiều cao lớp bê tông sinh ra áp lực ngang.

+ Khi đầm tay thì  $H$  lấy bằng lớp bê tông đổ trong 4 giờ

+ Khi đầm bằng đầm dùi:  $H = 0,75\text{m}$ .

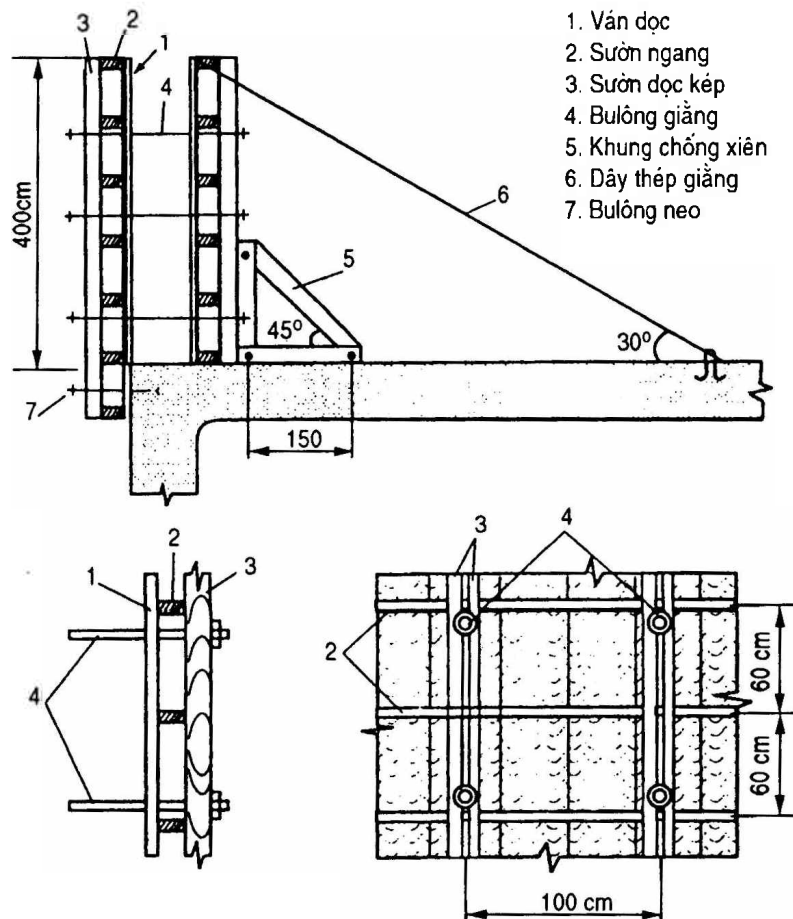
+ Khi đầm bằng đầm ngoài:  $H = 2R$ .

+ Khi đầm bằng đầm mặt:  $H = R$

$R$  - bán kính tác dụng của đầm máy.

Ví dụ: Hình 2.13 là cốppha một tường bê tông đúc bằng thùng đựng vữa nhỏ và đầm bằng đầm dùi. Tải trọng ngang là:

$$P = \gamma H + P_d = 2500 \times 0,75 + 200 = 2075 \text{ kG/m}^2$$



Hình 2.13:

1. Ván dọc; 2. Sườn ngang; 3. Sườn dọc kép; 4. Bulông giằng;  
5. Khung chống xiên; 6. Dây thép giằng; 7. Bulông neo.

**b) Tính chiều dày ván (hình 2.14)**

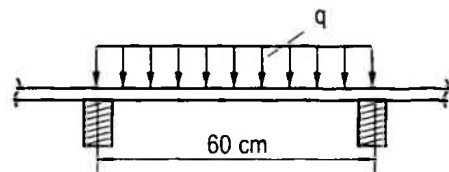
Nếu dùng ván rộng 25cm, thì lực phân bố trên 1m dài:

$$q = \frac{2075}{4} = 518 \text{ kG/m}$$

và:

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \times \frac{q l^2}{100} = \frac{1}{8} \times \frac{518}{100} \times 60^2$$

$$= 2420 \text{ kG.cm}$$



Hình 2.14



$$d = \sqrt{\frac{6M}{b[\sigma]}} = \sqrt{\frac{6 \times 2420}{25 \times 98}} = \sqrt{5,9} = 2,43\text{cm}$$

lấy  $d = 3\text{cm}$ .

Nếu dùng ván rộng 30cm, thì:

$$q = \frac{2075 \times 3}{10} = 623 \text{ kG/m}$$

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \times \frac{632}{100} \times 60^2 = 2900 \text{ kG.cm}$$

$$d = \sqrt{\frac{6 \times 2900}{30 \times 98}} = 2,43\text{cm}$$

lấy  $d = 3\text{cm}$ .

Kiểm tra độ võng của ván rộng 25cm:

$$f_{\max} = -\frac{5}{384} \times \frac{q l^4}{100EI} = -\frac{5 \times 518 \times 60^4}{384 \times 100 \times 1,2 \times 10^6 \times 54} = 0,017\text{cm}$$

Mômen quán tính:

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{25 \times 3^3}{12} = 54\text{cm}^4$$

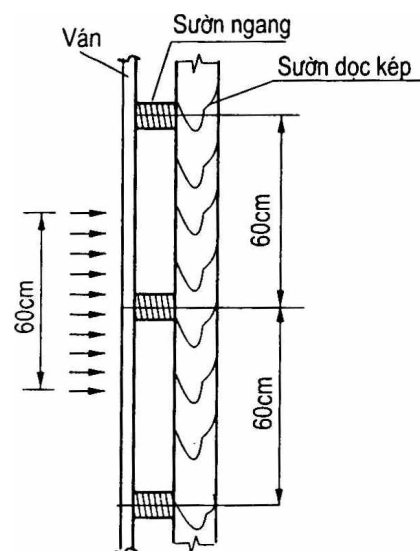
Độ võng cho phép:

$$f = \frac{3}{1000} l = \frac{3 \times 60}{1000} = 0,18\text{cm} > 0,017\text{cm}$$

### c) Tính kích thước sườn ngang (hình 2.15)

Ta coi sườn ngang là một dầm đơn giản, chịu lực phân phối đều mà gối tựa là hai thanh sườn dọc kép, cách nhau 100cm.

Chiều cao của lớp vữa bê tông sinh ra áp lực ngang lớn nhất là 75cm, nhưng để đảm bảo an toàn ta coi áp lực ngang ấy do một thanh sườn ngang chịu, chiều cao lớp bê tông truyền áp lực ngang vào thanh ấy là 60cm.



Hình 2.15

Vậy lực phân bố trên 1 mét dài thanh sườn ngang là:

$$q = \frac{2075 \times 60}{100} = 1290 \text{ kG/m}$$

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \times \frac{ql^2}{100} = \frac{1290 \times 100^2}{8 \times 100} = 16125 \text{ kG.cm}$$

Nếu chiều rộng thanh sườn ngang là 5cm, thì chiều cao h là:

$$h = \sqrt{\frac{6 \times 16125}{5 \times 98}} = 14 \text{ cm}$$

Ta lấy kích thước thanh sườn này là 5 × 15cm.

Kiểm tra lại độ võng của thanh sườn ngang:

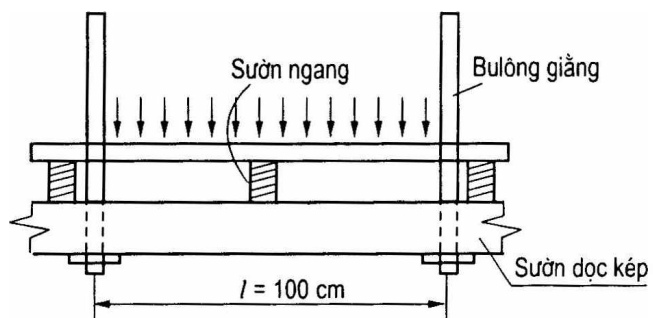
$$f_{\max} = \frac{5ql^4}{384EI \times 100} = - \frac{5 \times 1290 \times 100^4}{384 \times 100 \times 1,2 \times 10^6 \times 1406} = 0,0096 \text{ cm}$$

$$\left( I = \frac{bh^3}{12} = \frac{5 \times 15^3}{12} = 1406 \text{ cm}^4 \right)$$

$$f_{\text{cho phép}} = \frac{3}{1000} l = \frac{3 \times 100}{1000} = 0,30 \text{ cm} > f_{\max}$$

#### d) Tính kích thước sườn dọc kép

Ta lấy trường hợp bất lợi nhất khi thanh sườn ngang nằm giữa hai bulông giằng, tức là nó ở cách bulông giằng 50cm. Ta coi thanh sườn dọc kép là một dầm đơn giản, nhịp 1m, mà gối tựa là những bulông giằng ấy, dầm này chịu lực tập trung ở chính giữa (hình 2.16).



Hình 2.16

Diện tích mà đỉnh là bốn bulông bằng 1m<sup>2</sup>. Tải trọng phân bố đều trên diện tích ấy được truyền tập trung lên thanh sườn dọc kép. Vậy lực tập trung lên một thanh sườn dọc đơn là:

$$P = \frac{2075}{2} = 1038 \text{ kG}$$

$$M_{\max} = \frac{Pl}{4} = \frac{1038 \times 100}{4} = 25950 \text{ kG.cm}$$

Lấy chiều dày của thanh sườn dọc là 5cm, thì chiều cao của thanh sườn ấy là:

$$h = \sqrt{\frac{6M}{b[\sigma]}} = \sqrt{\frac{6 \times 25950}{5 \times 98}} = 18,1\text{cm} , \text{ lấy } 20\text{cm}$$

Kích thước thanh sườn dọc này là:  $5 \times 20\text{cm}$ .

Kiểm tra độ võng của thanh sườn dọc kép:

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{5 \times 20^3}{12} = 3333,4\text{cm}^4$$

Độ võng lớn nhất:

$$f_{\max} = \frac{Pl^3}{48EI} = \frac{1038 \times 100^3}{48 \times 1,2 \times 10^6 \times 3333,4} = 0,0056\text{cm}$$

$$f_{\max} < f_{\text{cho phép}} = 0,30\text{cm}$$

**e) Kiểm tra cốppha chịu tải trọng gió khi chưa đúc bê tông tường (hình 2.17)**

Lực gió:  $100 \text{ kG/m}^2$

Chiều cao tường: 4m

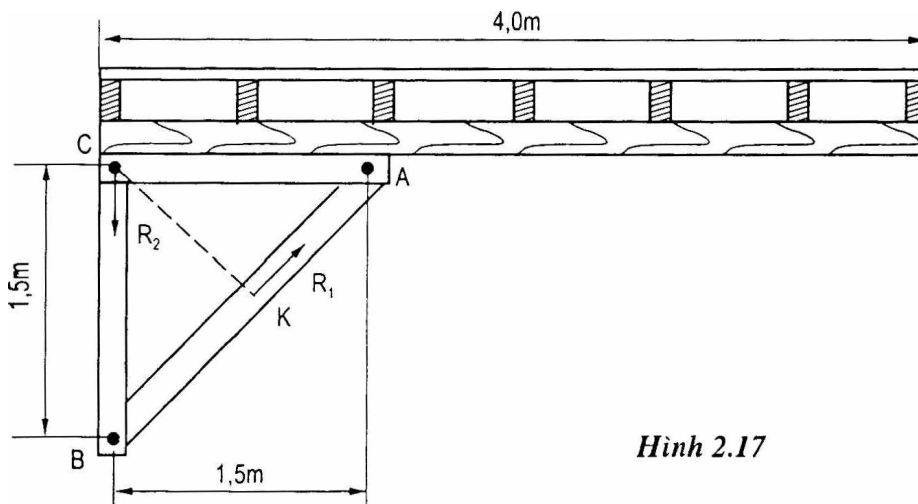
Cốppha tường được giữ chống gió bằng khung chống xiên và dây thép giằng, cứ cách 4m một.

Nếu gió thổi từ trái sang phải thì toàn bộ khung chống xiên chống lại sức gió lật.

Nếu gió thổi từ phải sang trái thì dây thép giằng và bulông neo giữ chân ván khuôn chống lại sức gió lật.

Diện tích chịu lực của một khung chống hoặc của một dây thép giằng là  $4 \times 4 = 16\text{m}^2$ .

Lực phải chịu là:  $100 \text{ kG/m}^2 \times 16\text{m}^2 = 1600\text{kG}$



Hình 2.17

- Tính thanh chống xiên AB:

Lực phân bố đều trên 1m dài của dầm thời đầu:

$$q = \frac{1600}{4} = 400 \text{ kG/m}$$

Lấy mômen đối với điểm C, ta có:

$$\begin{aligned} M_c &= (R_1 \times \overline{CK}) - \left( q \times \frac{l}{2} \right) \\ &= (R_1 \times 1,5 \sin 45^\circ) - \left( 400 \times 4 \times \frac{4}{2} \right) = 0 \end{aligned}$$

$$R_1 = \frac{400 \times 4 \times 2}{1,5 \frac{\sqrt{2}}{2}} = 3047 \text{ kG}$$

Lấy mômen đối với điểm A, ta có:

$$(R_2 \times 1,5) - (q \times 0,5) = 0;$$

$$R_2 = \frac{400 \times 4 \times 0,5}{1,5} = 534 \text{ kG}$$

Hệ số an toàn chống lật  $K = 1,3$ .

Thanh AB chịu nén dọc thớ, mà  $[\sigma_{\epsilon p}] = 67 \text{ kG/cm}^2$ .

Vậy diện tích thanh AB:

$$F_{AB} = \frac{1,3 \times 3047}{67} = 59 \text{ cm}^2$$

Kích thước thanh AB:  $6 \times 10 \text{ cm}$ .

- Thanh CB chịu kéo dọc thớ, mà  $[\sigma_{\epsilon p}] = 120 \text{ kG/cm}^2$

Diện tích thanh CB:

$$F_{CB} = \frac{K.R_2}{[\sigma_{\text{kéo}}]} = \frac{1,3 \times 534}{120} = 5,8 \text{ cm}^2$$

Vậy diện tích tối thiểu của thanh CB là:  $2 \times 3 \text{ cm}$ .

• Khi gió thổi từ phải sang trái thì dây thép giằng 6 và bulông neo 7 chống lại: dây giằng chịu một nửa lực gió và bulông neo chịu một nửa (hình 2.16).

Lực gió thổi vào mặt cốppha mà dây giằng phải chịu là:  $\frac{1600}{2 \cos 30^\circ} = 920 \text{kg}$ .

Lấy hệ số an toàn chống lật là:  $K = 1,3$ .

Khả năng chịu kéo của dây thép là  $2250 \text{ kg/cm}^2$ .

Vậy diện tích tiết diện dây thép là:

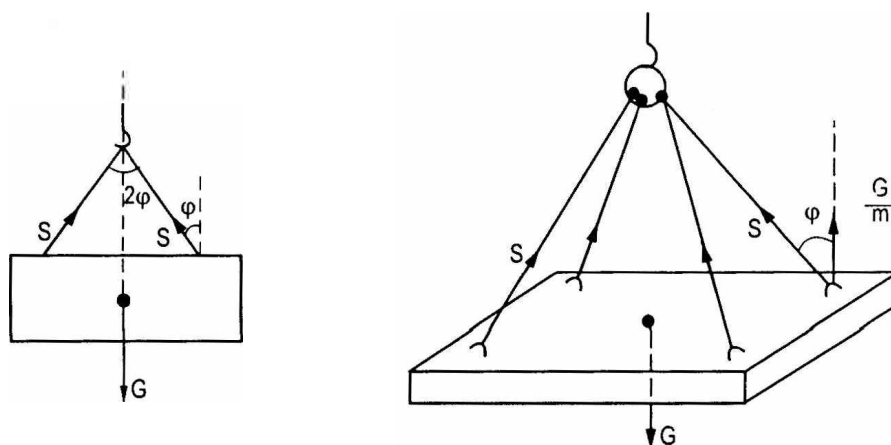
$$F_a = \frac{1,3 \times 920}{2250} = 0,520 \text{cm}^2$$

Dùng 2 dây thép  $\phi 6 \text{mm}$ , ta có  $F_a = 0,55 \text{cm}^2$ .

### Chương 3

## THI CÔNG LẮP GHÉP

#### Bài toán 3.1: Chọn dây cáp



Hình 3.1

Nội lực S trong mỗi nhánh dây khi cầu một vật nặng G tính bằng công thức:

$$S = \frac{G}{m \cdot n \cdot \cos \varphi} = \frac{G}{m \cdot n} \cdot a \quad \left( a = \frac{1}{\cos \varphi} \right)$$

$\varphi$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$
a	1,15	1,42	2

G - trọng lượng vật cầu;

n - số nhánh dây cầu;

m - hệ số không đều hòa trong các nhánh dây:

    khi  $n = 1 \div 2$  thì  $m = 1$

$n = 4 \div 8$  thì  $m = 0,75$

$\varphi$  - góc nghiêng của nhánh dây so với đường thẳng đứng;

a - hệ số phụ thuộc góc nghiêng của nhánh dây.

### CHƯƠNG 3 - THI CÔNG LẮP GHÉP

Chế độ làm việc của dây cáp	Hệ số an toàn K
- Dây cáp giằng cột trụ, tháp	3,5
- Dây cáp nâng vật của máy tời	
quay tay	4,5
chạy bằng động cơ:    nhỏ	4,5
trung bình	5,5
lớn	6
- Dây cầu vật có móc hoặc khuyên ở hai đầu (không cuốn bó lấy vật)	6
- Dây cầu cuốn bó lấy vật	8

Lực thiết kế dây cáp (lực làm đứt dây cáp):

$$R = K.S$$

K - hệ số an toàn;

*Ví dụ 1:* Chọn đường kính dây cáp dùng làm dây neo giằng cột trụ, nội lực trong dây này là: 2000kG.

Dây cáp dùng làm dây neo giằng thuộc loại dây cáp cứng, cấu trúc  $6 \times 19 + 1$  (xem bảng 3.1 tính năng kĩ thuật của các dây cáp). Hệ số an toàn K lấy bằng 3,5.

Lực thiết kế dây:  $R = K.S = 3,5 \times 2000 = 7000\text{kG}$

Giả sử sợi thép trong cáp có cường độ chịu kéo là  $\sigma = 140 \text{ kG/mm}^2$ , tra bảng tính năng kĩ thuật của các loại cáp cứng, ta chọn cáp chịu được lực kéo đứt là 8620kG, với đường kính là 14mm, trọng lượng mỗi mét dài của cáp là 0,69kg.

Làm bài toán ngược lại, nếu công trường có sẵn loại cáp đường kính 14mm này rồi, thì tải trọng cho phép của nó là:

$$S = 8620 : 3,5 = 2466\text{kG}$$

*Ví dụ 2:* Chọn loại và đường kính dây cáp chế tạo thành một dây cầu hai nhánh, mang một vật nặng  $G = 2000\text{kg}$ ; góc nghiêng của mỗi nhánh dây là  $\varphi = 30^\circ$ .

Với góc  $\varphi = 30^\circ$ , thì hệ số  $a = 1,15$ .

$$\text{Nội lực trong mỗi nhánh dây là: } S = \frac{2000}{2} \times 1,15 = 1150\text{kG}$$

Chọn dây cáp mềm, cấu trúc  $6 \times 37 + 1$  để làm dây cầu cuốn bó lấy vật:

Hệ số an toàn lấy là:  $K = 8$

Lực thiết kế dây là:  $R = 1150 \times 8 = 9200\text{kG}$

Giả sử sợi thép trong cáp có cường độ chịu kéo  $\sigma = 150 \text{ kG/mm}^2$ , khi tra bảng ta sẽ chọn được loại cáp chịu được lực kéo đứt là: 10450kG, với đường kính là 15,5mm.

Trường hợp góc nghiêng  $\varphi$  của mỗi nhánh dây cầu không phải là  $30^\circ$ , mà là  $60^\circ$ , thì:

Hệ số  $a$  là 2

Nội lực trong mỗi nhánh dây là:

$$S = \frac{2000}{2} \times 2 = 2000 \text{ kG}$$

Lực thiết kế dây:  $R = 2000 \times 8 = 16000 \text{ kG}$

Khi này đường kính cáp phải là: 19,5mm.

**Bảng 3.1. Bảng tính năng kỹ thuật của dây cáp**

Đường kính cáp (mm)	Trọng lượng mét dài cáp (kg)	Lực làm đứt dây cáp R (kG) khi cường độ chịu kéo của sợi thép là $\text{kG/mm}^2$			
		140	150	160	170
1	2	3	4	5	6
<b>Cáp cứng cấu trúc <math>6 \times 19 + 1</math></b>					
11,0	0,42	5240	5590	5960	6340
12,5	0,54	6800	7310	7790	8270
14,0	0,69	8620	9220	9850	10450
15,5	0,85	10600	11350	12150	12900
17,0	1,03	12850	13750	14700	15600
18,5	1,22	15300	16400	17500	18550
20,0	1,43	17950	19250	20550	21800
22,0	1,66	20850	22350	23800	25300
23,5	1,90	23800	25500	27250	28950
25,0	2,17	27200	29150	31150	33100
26,5	2,45	30750	32950	35750	37350
28,0	2,75	34400	36850	39350	41800
31,0	3,40	42550	45600	48650	51700
<b>Cáp mềm cấu trúc <math>6 \times 37 + 1</math></b>					
8,7	0,26	3200	3430	3660	3890
11	0,41	4990	5340	5700	6060



**Bảng 3.1 (tiếp theo)**

1	2	3	4	5	6
13	0,59	7200	7720	8240	8730
15,5	0,80	9790	10450	11150	11850
17,5	1,05	12750	13700	14600	15500
19,5	1,33	16150	17300	18450	19650
22,0	1,65	20050	21500	22950	24350
24,0	1,99	24300	26000	27750	29500
26,0	2,38	29000	31100	33150	35250
28,5	2,67	33750	36200	38600	41000
30,5	3,22	39350	42150	45000	47800
32,5	3,68	45000	48250	51450	54650

**Bài toán 3.2: Tính đòn treo**

**Ví dụ 1:** Xác định sức cầu của một đòn treo, dài 8,2m, dùng để nâng những kết cấu bê tông cốt thép lớn, làm bằng hai thanh thép hình U N°30,  $R = 24000 \text{ kG/cm}^2$ , hệ số điều kiện làm việc  $\gamma_c = 0,85$  (hình 3.2).

Trọng lượng vật cầu tác dụng vào đòn treo dưới dạng hai lực tập trung  $\frac{F}{2}$  hướng xuống dưới và được cân bằng bằng một lực  $F$  hướng ngược lên. Như vậy thì đòn treo làm việc như một dầm đơn giản đặt trên hai gối tựa, chịu tác dụng của một lực tập trung ở chính giữa dầm.

Mômen uốn lớn nhất trong tiết diện đòn treo:

$$M_{\max} = \frac{F \cdot l}{4} = \frac{F \cdot \gamma_a \cdot k_d \cdot l}{4}$$

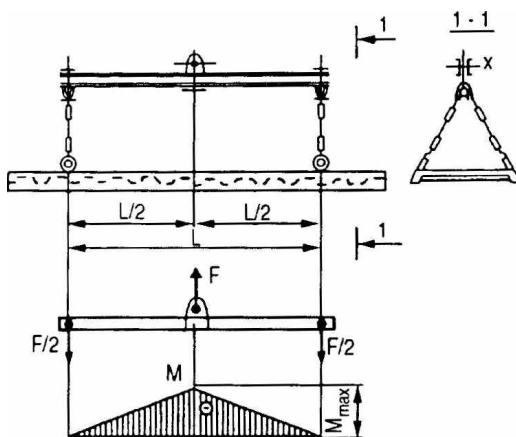
Trong đó:

$\gamma_a$  - hệ số an toàn;  $\gamma_a = 1,1$ ;

$k_d$  - hệ số động học;  $k_d = 1,1$ .

$$M_{\max} = \frac{F \times 1,1 \times 1,1 \times 8,2}{4} \approx 2,5F$$

Xác định khả năng chịu lực của đòn (mômen uốn tới hạn) khi đã biết tiết diện



**Hình 3.2**

và kháng lực tính toán R, bằng công thức:

$$M_{\max} \leq R \cdot \gamma_c \cdot W$$

$$2,5F \leq R \cdot \gamma_c \cdot W$$

Từ đó tính ra sức cầu của đòn treo:

$$F \leq R \cdot \gamma_c \cdot W / 2,5 = R \cdot \gamma_c \cdot 2W_x / 2,5 = R \cdot \gamma_c \cdot W_x / 1,25$$

$$= 2400 \times 0,85 \times 387 / 1,25 = 6,44 \times 10^3 \text{ kG} \approx 6,5 \text{ T}$$

trong đó:  $W_x = 387 \text{ cm}^3$  - mômen kháng của một thanh thép hình U (tra bảng về thép hình U) cỡ N°30.

Trọng lượng đòn treo:  $31,8 \text{ kg/m} \times 8,2 \times 2 = 521,5 \text{ kg}$

Bảng tra thép hình U:

N° thép hình	Trọng lượng 1m dài	$W_x$
16	14,2	93,4
18	16,3	121
20	18,4	152
22	21	192
24	24	242
27	27,7	308
30	31,8	387
33	36,5	484
36	41,9	601
40	48,3	761

*Ví dụ 2: Xác định sức cầu của một thanh đòn ngang treo bằng hai nhánh dây cáp, có góc nghiêng so với đường thẳng đứng là  $\alpha = 45^\circ$  (hình 3.3).*

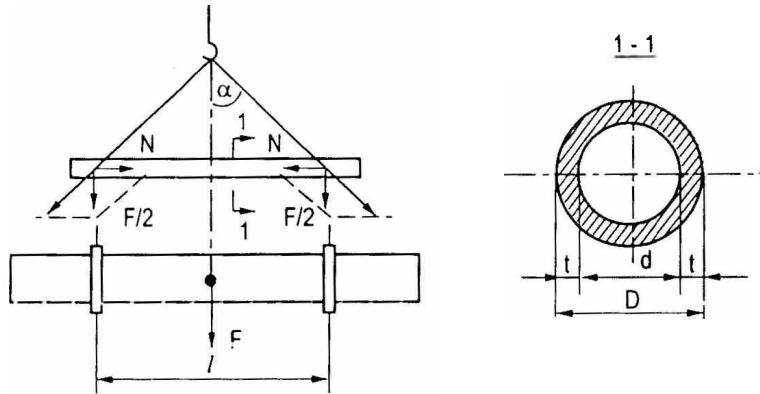
*Thanh ngang này làm bằng thép ống, đường kính ngoài  $D = 102 \text{ mm}$ , thành ống dày  $t = 6 \text{ mm}$ , chiều dài thanh  $l = 4 \text{ m}$ , loại thép Ct-3, kháng lực tính toán  $R = 2350 \text{ kG/cm}^2$ .*

*Hệ số động học:  $k = 1,1$ .*

*Hệ số điều kiện làm việc:  $\gamma = 0,85$ .*

*Trọng lượng vật cầu là F.*

Thanh đòn có nhiệm vụ văng ngang để cho vật treo không bị biến dạng do các dây cầu xiên tác dụng vào vật treo.



Hình 3.3

Nội lực trong thanh dòn:

$$N = \frac{F}{2} \operatorname{tg} \alpha = \frac{F}{2} \operatorname{tg} 45^{\circ} = \frac{F}{2}$$

Từ đó rút ra:

$$F = 2N \quad (a)$$

Khả năng sử dụng thanh dòn này bị giới hạn bởi điều kiện ổn định:

$$N_{gh} = \varphi R \gamma A \quad (b)$$

R - kháng lực nén của thép;

$\varphi$  - hệ số uốn dọc;

$\gamma$  - hệ số điều kiện làm việc;

A - tiết diện ngang của ống thép

$$\begin{aligned} A &= \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4} [D^2 - (D - 2t)^2] \\ &= \frac{3,14}{4} [10,2^2 - (10,2 - 2 \cdot 0,6)^2] = 18,1 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Mômen quán tính của ống tính bằng công thức sau:

$$J = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) = \frac{3,14}{64} (10,2^4 - 9,0^4) = 209 \text{ cm}^4$$

Bán kính quán tính:

$$i = \sqrt{J/a} = \sqrt{209/18,1} = 3,4 \text{ cm}$$

Độ mảnh:

$$\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{1 \times 400}{3,4} \approx 118$$

Hệ số uốn dọc  $\varphi$  tìm bằng cách tra bảng 3.2. Với  $\lambda = 118$ ,  $R = 2350$  ta tìm được:  $\varphi = 0,437$ .

Khả năng chịu lực của thanh đòn treo này tính theo công thức (a):

$$F_{gh} = 2N_{gh} = 2 \times 0,437 \times 2350 \times 0,85 \times 18,5 \approx 31400\text{kg}$$

Đòn treo này có thể cầu được những vật nặng tới 30 tấn.

**Bảng 3.2**

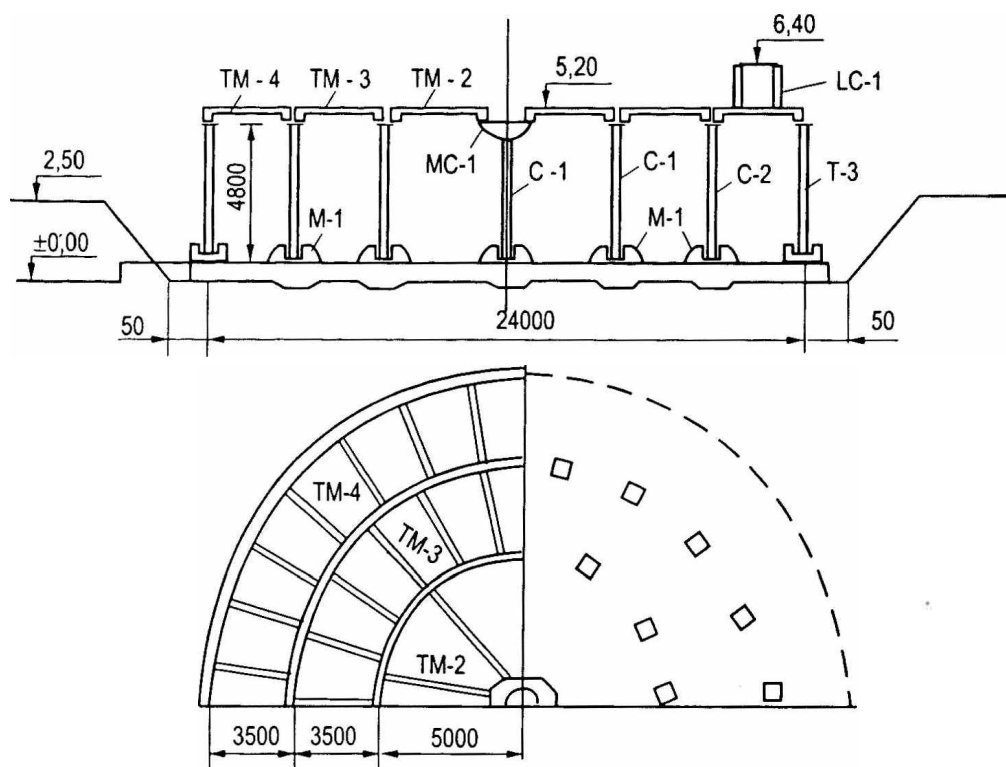
Độ mảnh	Hệ số uốn dọc của các thanh chịu nén bằng thép với cường độ tính toán $R$ (kG/cm <sup>2</sup> ) như sau:						
	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4400
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10	0,988	0,987	0,985	0,984	0,983	0,982	0,981
20	0,967	0,962	0,959	0,955	0,952	0,949	0,946
30	0,939	0,931	0,924	0,917	0,911	0,905	0,900
40	0,906	0,894	0,883	0,873	0,863	0,854	0,846
50	0,869	0,852	0,836	0,822	0,809	0,796	0,785
60	0,827	0,805	0,785	0,766	0,749	0,721	0,696
70	0,782	0,754	0,724	0,687	0,654	0,623	0,595
80	0,734	0,686	0,641	0,602	0,566	0,532	0,501
90	0,665	0,612	0,565	0,522	0,483	0,447	0,413
100	0,599	0,542	0,493	0,448	0,408	0,369	0,335
110	0,537	0,478	0,427	0,381	0,338	0,306	0,280
120	0,479	0,419	0,366	0,321	0,287	0,260	0,237
130	0,425	0,364	0,313	0,276	0,247	0,223	0,204
140	0,376	0,315	0,272	0,240	0,215	0,195	0,178
150	0,328	0,276	0,239	0,211	0,189	0,171	0,157
160	0,290	0,244	0,212	0,187	0,167	0,152	0,139
170	0,259	0,218	0,189	0,167	0,150	0,136	0,125
180	0,233	0,196	0,170	0,150	0,135	0,123	0,112
190	0,210	0,177	0,154	0,136	0,122	0,111	0,102
200	0,191	0,161	0,140	0,124	0,111	0,101	0,093
210	0,174	0,147	0,128	0,113	0,102	0,093	0,085
220	0,160	0,135	0,118	0,104	0,094	0,086	0,077

**Bài toán 3.3: Chọn cần trục lắp ghép**

Chọn một cần trục để lắp ghép toàn bộ cấu kiện đúc sẵn (bảng 3.3) của một bể chứa nước  $2000m^3$  (hình 3.4).

**Bảng 3.3**

Các loại cấu kiện	Ký hiệu cấu kiện	Số lượng	Trọng lượng (tấn)	
			Một cấu kiện	Tổng cộng
Khối móng cột	M-1	27	0,3	8,1
Cột giữa	C-1	1	2,3	2,3
Cột	C-2	27	0,8	21,6
Mũ cột	MC-1	1	3,3	3,3
Tấm tường	T-3	48	2,5	120
Tấm mái và kích thước				
$3,12 \div 0,45 \times 4,25$	TM-2	10	3,3	3,3
$3,12 \div 1,82 \times 3,64$	TM-3	17	2,8	47,6
$3,13 \div 2,21 \times 3,49$	TM-4	24	2,2	52,8
Ổng trụ lỗ cửa	LC-1	4	0,5	2
Tổng cộng		159		290,7



**Hình 3.4**

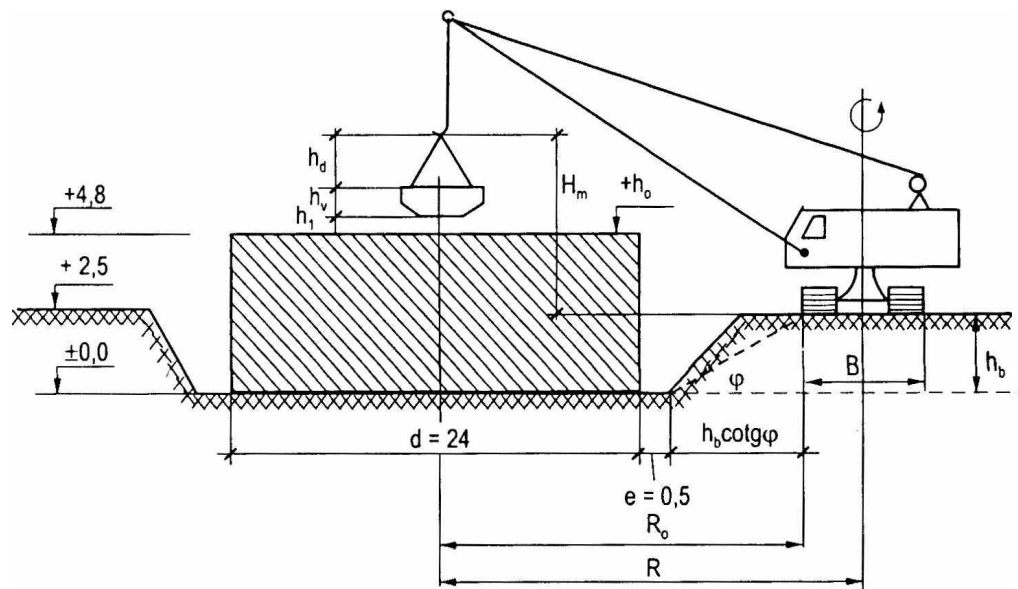
Ta xét hai phương án chọn cần trục lắp ghép:

*Phương án 1:* Cần trục chạy trên bờ hố móng và lắp ghép toàn bộ các cấu kiện của bể chứa.

*Phương án 2:* Cần trục chạy trên đáy bể và lắp ghép phần công trình ở chính giữa có đường kính 10m (để cần trục còn có chỗ chạy quanh hố đào) sau đó cần trục chạy trên mặt đất để lắp ghép tường và các tấm mái ngoài rìa còn lại.

***Phương án 1: Cần trục chạy trên bờ hố đào***

*1. Ấn định các thông số cấu lắp (hình 3.5)*



**Hình 3.5**

Ở đây cấu kiện nặng nhất lại ở xa nhất đối với trục quay của máy, đó là khối mũ cột ở chính giữa bể chứa, ta chọn các thông số cấu lắp theo cấu kiện này là đủ.

Trọng lượng vật cẩu:  $Q_0 = 3,3$  tấn

Chiều cao nâng móc cẩu:  $H_m = h_0 + h_l + h_v + h_d$

$$H_m = (4,8 - 2,5) + 1,0 + 0,35 + 2,5 = 6,15$$

Độ với thiết kế (tính đến mép bánh xe cần trục):

$$R_0 = \frac{d}{2} + e + h_b \cot \varphi = \frac{24}{2} + 0,5 + 2,5 \cot 45^\circ = 15\text{m}$$

## 2. Chọn cần trục

Độ với thiết kế là 15m, thì tay cần phải dài trên 20m. Theo sổ tay cần trục ta chọn những cần trục tự hành nào có tay cần dài từ 20m trở lên, có sức trục lớn hơn 3,3 tấn ở độ với khoảng 15m.

Chọn ra được hai loại cần trục sau:

- Cần trục tự hành bánh xích CKG-25, ta cần dài  $L = 20\text{m}$  và chiều rộng của hai bánh xe  $B = 4,1\text{m}$ .

- Cần trục tự hành bánh hơi K-252, tay cần dài  $L = 25\text{m}$  và chiều rộng bánh xe  $B = 4,2\text{m}$ .

Kiểm tra xem các tính năng kỹ thuật của cần trục có đáp ứng được các thông số cầu lắp cấu kiện không:

- Đối với cần trục CKG-25:

$$R_0 = \frac{d}{2} + e + h_b \cot \varphi + \frac{B}{2} = \frac{24}{2} + 0,5 + 2,5 \cot \varphi + \frac{4,1}{2} = 17,05\text{m}$$

Tra đồ thị tính năng cần trục ở độ với  $R = 17,05$ , ta được:

$$h = 13\text{m} > H_m = 6,15\text{m}$$

$$Q = 4,5 \text{ tấn} > Q_0 = 3,3 \text{ tấn}$$

- Đối với cần trục K-252

$$R = \frac{24}{2} + 0,5 + 2,5 \cot \varphi = \frac{4,2}{2} = 17,10\text{m}$$

Tra sổ tay ta có:  $H = 18,5\text{m} > H_m = 6,15\text{m}$

$$Q = 3,35 \text{ tấn} = Q_0 = 3,3 \text{ tấn}$$

Giá thuê một ca máy của cần trục CKG-25 là 1.900 đồng, còn giá thuê của cần trục K-252 là 2.700 đồng (xem phụ lục 1), vậy ta chọn loại cần trục thứ nhất.

### 3. Xác định các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của phương án lắp ghép

Ở đây yêu cầu xác định ba chỉ tiêu sau:

- Thời gian làm việc của cần trục tại công trường
- Giá thành lắp ghép một tấn cấu kiện
- Hệ số tận dụng sức cầu

a) Thời gian làm việc của cần trục tại công trường:

$$T = \frac{V}{N_s} + \Sigma t_c$$

$V$  - tổng khối lượng lắp ghép;

$N_s$  - năng suất sử dụng của cần trục trong 1 ca;

$\Sigma t_c$  - thời gian tháo, lắp và chạy thử của cần trục.

Năng suất cần trục tính bằng công thức:

$$N_s = q \cdot \frac{480}{t_{ch}} \cdot K_t$$

$q$  - trọng lượng bình quân một đơn vị cầu lắp, tấn;

$t_{ch}$  - thời gian trung bình trên một chu kì thao tác của cần trục (tức thời gian trung bình một lần cầu lắp), phút;

$K_t$  - hệ số sử dụng cần trục theo thời gian ( $K_t = 0,7 - 0,85$ );

480 - thời gian một ca, tính bằng phút.

Bây giờ tìm cách xác định mấy đại lượng mới này:

- Trọng lượng bình quân một đơn vị cầu lắp:

$$q = \frac{290,7}{159} = 1,8 \text{ tấn}$$

- Thời gian một chu kì thao tác (tính theo phút), lấy theo số liệu cho trong bảng 3.4.

Thời gian trung bình một chu kì thao tác của cần trục:

$$t_{ch} = \frac{t_1 N_1 + t_2 N_2 + t_3 N_3 + t_4 N_4}{N_1 + N_2 + N_3 + N_4}$$

$$= \frac{19 \times 27 + 77 \times 28 + 24 \times 48 + 25 \times 52}{27 + 28 + 48 + 52} \approx 33 \text{ phút}$$

**Bảng 3.4**

	Lắp móng	Lắp cột	Lắp tấm tường	Lắp tấm mái
Thời gian thao tác của công nhân (buộc, chỉnh, tháo dây)	15	72	21	21
Thời gian hoạt động của máy	4	5	3	4
Thời gian một chu kì (phút) $t_n$	19	77	24	25

Năng suất cần trục:  $N_s = 1,8 \times \frac{420}{33} \times 0,82 = 18,8 \text{ tấn/ca}$

Thời gian lắp ghép toàn bộ các kết cấu bể chứa:

$$T = \frac{290,7}{18,8} = 15 \text{ ca}$$

Thời gian thay đổi tay cần của cần trục CKG-25 lấy theo sổ tay cần trục như sau:



Thời gian lắp cần:	23 giờ - công
Thời gian tháo cần:	16 giờ - công
Thời gian chạy thử:	10% thời gian lắp cần

Đội công nhân tháo lắp cần gồm 4 người:

$$\Sigma t_c = \frac{23 + 23 \times 0,1 + 16}{7 \times 4} = 1,5 \text{ ca}$$

Tổng thời gian làm việc của cần trục tại công trường:

$$T = 15 + 1,5 \approx 17 \text{ ca}$$

*b) Giá thành lắp ghép một tấn cấu kiện (không kể các công tác chuẩn bị khác)*

$$G = \frac{1,08 G_{cm} + 1,5 \Sigma C}{N_s}$$

$G_{cm}$  - giá thuê một ca máy cần trục CKG-25;

$\Sigma C$  - tổng tiền công lao động của các công nhân lắp ghép. Thành phần của tổ công nhân này gồm 5 người (1 người bậc 5, 1 người bậc 4, 3 người bậc 3).

$$\Sigma C = 64 + 57 + 50 \times 3 = 271 \text{ đồng}$$

1,08 - hệ số phụ phí cho các trực tiếp phí khác;

1,5 - hệ số phụ phí về tiền công.

Giá thành lắp ghép một tấn cấu kiện bằng cần trục CKG-25 là:

$$G = \frac{1,08 \times 1900 + 1,5 \times 271}{18,8} = 131,6 \text{ đồng}$$

*c) Hệ số tận dụng sức cầu (khi cần trục lắp ghép nhiều loại cấu kiện), xác định bằng công thức:*

$$K = \frac{k_1 n_1 + k_2 n_2 + \dots + k_i n_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i}$$

$n_1, \dots, n_i$  - số lượng từng loại cấu kiện;

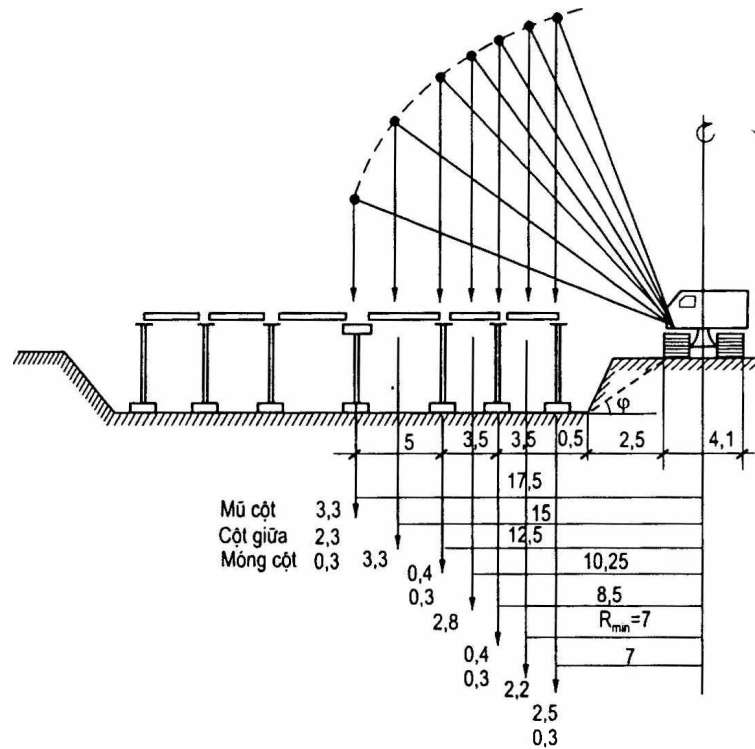
$k_1, \dots, k_i$  - hệ số tận dụng sức cầu khi cần trục lắp ghép từng loại cấu kiện i.

$$k_1 = \frac{g_1}{Q_1}, k_2 = \frac{g_2}{Q_2}, \dots, k_i = \frac{g_i}{Q_i}$$

$g_i$  - trọng lượng cấu kiện loại i;

$Q_i$  - sức trục ở độ với thiết kế.

Theo hình 3.6, lập bảng 3.5.



Hình 3.6

Bảng 3.5

Cấu kiện	Số lượng n	Trọng lượng g	Độ vói thiết kế R	Sức cầu ở độ vói thiết kế (tấn)	Hệ số tận dụng sức cầu khi lắp từng loại cấu kiện $k_i$
1	2	3	4	5	6
TM-2	10	3,3	15	6,2	$k_i = \frac{3,3}{6,2} = 0,53$
TM-3	17	2,8	10,25	10,8	$= \frac{2,8}{10,8} = 0,26$
TM-4	24	2,2	$R_{\min} = 7$	17,0	$= \frac{2,2}{17} = 0,13$
MC-1	1	3,3	17,5	4,5	$= \frac{3,3}{4,5} = 0,73$
C-1	1	2,3	17,5	4,5	$= \frac{2,3}{4,5} = 0,51$
C-2	10	0,8	12,5	8,0	$= \frac{0,8}{8} = 0,10$
C-2	17	0,8	8,5	14,0	$= \frac{0,8}{14} = 0,06$

**Bảng 3.5 (tiếp theo)**

1	2	3	4	5	6
M-11	10	0,3	12,5	8,0	$k_i = \frac{0,3}{8} = 0,04$
M-11	17	0,3	8,5	14,0	$= \frac{0,3}{14} = 0,02$
T-3	48	2,5	$R_{min}$	17,0	$= \frac{2,5}{17} = 0,15$
LC-1	4	0,5	$R_{min}$	17,0	$= \frac{0,5}{17} = 0,03$

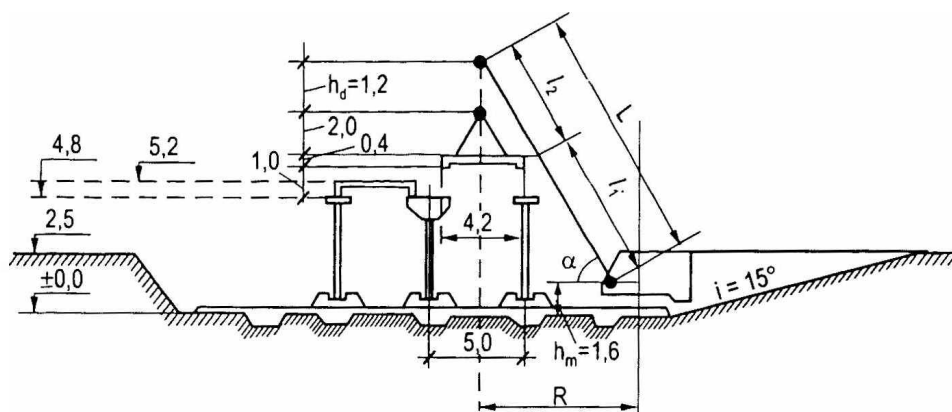
Hệ số tận dụng sức cầu của trục cần CKG-25

$$K = \frac{0,53 \times 10 + 0,26 \times 17 + 0,13 \times 24 + 0,73 \times 1 + 0,51 \times 1 + 0,1 \times 10}{10 + 17 + 24 + 1 + 1 + 10 + 17 + 10 + 17 + 48 + 4} + \frac{0,06 \times 17 + 0,04 \times 10 + 0,02 \times 17 + 0,15 \times 48 + 0,03 \times 4}{10 + 17 + 24 + 1 + 1 + 10 + 17 + 10 + 17 + 48 + 4} = 0,15$$

Dùng một cần trục để lắp quá nhiều loại cấu kiện nên hệ số K thấp.

**Phương án II: Cần trục chạy ở đáy và trên bờ hố đào**

**1. Ấn định các thông số cấu lắp (hình 3.7)**



**Hình 3.7**

a) Khi cần trục đứng ở trong hố móng để lắp ghép các kết cấu của phần chính giữa bể chứa thì có thể chọn cần trục theo độ với nhỏ nhất của tay cần. Khi xác định các thông số cấu lắp cần xét tới chiều cao nâng móc cần  $H_m$  và trọng lượng cấu kiện cùng dụng cụ treo buộc Q (bảng 3.6).

**Bảng 3.6**

Tên cấu kiện	Kí hiệu cấu kiện	Đặc điểm cấu kiện		Các thông số cấu lắp		
		Trọng lượng (tấn)	Độ cao mặt trên (m)	Trọng lượng + dụng cụ treo buộc Q	Chiều cao nâng móc cầu H	Độ với thiết kế R
Móng cột	M-1	0,3	0,3	0,34	3,2	$R_{\min}$
Cột	C-1	2,3	4,8	2,32	7,7	$R_{\min}$
Tấm mái	TM-2	3,3	5,2	3,34	8,2	-

Trừ tấm mái ra, các cấu kiện khác như móng cột, cột được lắp với độ với  $R_{\min}$  của tay cần.

Để lắp tấm mái ta xác định chiều dài tay cần L và độ với tay cần R theo góc nghiêng của nó đối với đường nằm ngang, sao cho tay cần đó gần các kết cấu công trình nhất.

Thông thường người ta xác định độ với R của tay cần bằng phương pháp vẽ sơ đồ (xem sách Thi công lắp ghép trang 550), cũng có thể xác định bằng công thức (khi tay cần không có mỏ) như sau:

$$\operatorname{tg} \alpha = 3 \sqrt{\frac{H - c + e}{a}}$$

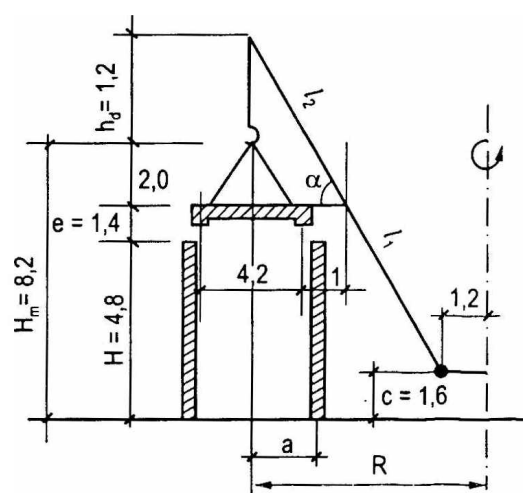
$\alpha$  - góc nghiêng của tay cần so với đường nằm ngang, khi tay cần ấy có chiều dài tối thiểu  $L_{\min}$  đủ để phục vụ công trình này (hình 3.8);

H - độ cao của nơi đặt cấu kiện;

c - khoảng cách từ mặt đất đến khớp quay của tay cần;

e - khoảng cách an toàn, lấy bằng 1,4m;

a - khoảng cách từ cột ở gần cần trục đến đường thẳng đứng đi qua móc cầu.



**Hình 3.8**

$$\operatorname{tg} \alpha = 3 \sqrt{\frac{4,8 - 1,6 + 1,4}{2,1}} = 1,25 ;$$

$$\alpha = 51^{\circ}20'$$

Chiều dài nhỏ nhất của tay cần là:

$$L_{\min} = l_1 + l_2 = \frac{4,8 + 1,4 - 1,6}{\sin 51^\circ 20'} + \frac{\frac{4,2}{2} + 1,0}{\cos 51^\circ 20'} = 9,61\text{m}$$

Ta chọn chiều dài tay cần:  $L \geq 10\text{m}$ .

Độ với R của tay cần:

$$R = \frac{4,8 - 1,6 + 1,4}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{4,2}{2} + 1 + 1,2 = 6,55\text{m} = 7\text{m}$$

ở đây 1,2 - khoảng cách từ khớp quay tay cần đến trục quay của cần trục.

Chiều cao nâng móc cầu  $H_m$  đủ để lắp cầu kiện vào vị trí:

$$H_m = 4,8 + 1,0 + 0,4 + 2,0 = 8,2\text{m}$$

Chiều cao tối đa nâng móc cầu, khi tay cần dài  $L = 10\text{m}$  và chiều dài nhỏ của ròng rọc theo móc cầu  $h_d = 1,2$ :

$$H_{\max} = L \sin \alpha + c - h_d = 10 \sin 51^\circ 20' + 1,6 - 1,2 = 8,21\text{m}$$

Như vậy là cần trục mang tay cần  $L = 10\text{m}$ , đã có đủ độ cao để lắp tẩm mái vào vị trí.

b) Khi cần trục chạy trên bờ hố đào, để lắp phần bể chứa còn lại, nó phải với xa hơn độ với nhỏ nhất của nó, vì còn cách rãnh đào.

Những cấu kiện lắp ghép trong đợt II này là TM-3, TM-4, T-3 và LC-1, trong đó thì tẩm mái TM-3 là cấu kiện vừa nặng nhất (2,8 tấn) vừa xa nhất.

$$Q = 2,8 \text{ tấn}$$

$$R = \frac{3,5}{2} + 3,5 + 0,5 + 2,5 \cdot \cot g 45^\circ + \frac{3,4}{2} \approx 10\text{m}$$

Chiều rộng B của các cần trục tự hành nhỏ, bánh hơi thường là  $B = 3,4\text{m}$ .

## 2. Chọn cần trục

Dựa theo các thông số cấu lắp đã xác định được ở trên, ta chọn cần trục lắp ghép theo những tính năng kỹ thuật của chúng (bảng 3.7).

Trong đợt II không xét các cấu kiện TM-4, T-3 và LC-1, vì chúng vừa nhẹ hơn, vừa gần cần trục hơn so với cấu kiện TM-3. Cần trục nào lắp được cấu kiện TM-3, sẽ lắp được các cấu kiện còn lại.

**Bảng 3.7**

Đợt	Tên và ký hiệu cấu kiện	Các thông số cấu lắp			Các loại cần trục sử dụng được	Tính năng kỹ thuật của cần trục			
		Trọng lượng (tấn)	Chiều cao nâng móc cầu (m)	Độ với thiết kế (m)		Sức trục Q	Chiều cao móc cầu H	Độ với R	Chiều dài tay cần L
I	Móng cột M-1	0,34	3,2	$R_{\min}$	K-32	0,98	6,6	2,5	6,5
					E-303	0,49	7,4	3	7,5
	Cột C-1	2,32	7,7	$R_{\min}$	K-32	2,45	10,3	2,5	9
					E-302	2,94	12	3	12,5
					E-303	2,7	12	4	12
	Tấm mái TM-2	3,34	8,1	7	K-104	4,02	8,1	7	10
					K-102	4,9	8,4	7	10
					E-801	6,9	8,5	7	11
II	Tấm mái TM-3	2,8	6,15	10	K-102	3,0	6,2	10	10
					E-801	4,6	6,5	10	11

Theo số liệu trong bảng 3.7 thì chỉ có hai cần trục:

K-102 với tay cần  $L = 10m$

E-801 với tay cần  $L = 11m$

đáp ứng được điều kiện lắp ghép công trình bể chứa này.

Việc chọn một trong số hai cần trục đó phải dựa trên sự so sánh các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật, cách tính các chỉ tiêu này đã trình bày trong trường hợp cần trục chạy trên bờ hố đào (phương án I).

Trong trường hợp cần trục chạy xuống đáy hố đào thì phải kể thêm công tác làm đường lên xuống cho cần trục và cũng có khi cần phải lát các tấm đường tạm cho cần trục đi trên tấm đáy bể.

*Chú ý:* Trên đây đã trình bày cách chọn một cần trục để xây lắp một bể chứa, với hai phương án thi công.

Khi cần thi công nhiều bể chứa như trên thì nên chọn hai loại cần trục và phân công chúng lắp ghép các cấu kiện theo trọng lượng nặng nhẹ khác nhau.

**Bài toán 3.4: Tổ chức lắp ghép nhà công nghiệp một tầng**

Những nhà công nghiệp một tầng bằng các kết cấu bê tông cốt thép đúc sẵn thường được phân chia thành nhiều phân đoạn lắp ghép. Các kết cấu trong mỗi phân đoạn được lắp ghép theo phương pháp tuần tự, nhưng toàn nhà nói chung mang tính chất lắp ghép tổng hợp và có thể chuyển giao mau chóng từng phân đoạn nhà cho các dạng công tác xây dựng khác và cho công tác lắp thiết bị.

Những phân đoạn lắp ghép khi cần trục di chuyển dọc nhà thường lấy là một gian khẩu độ của phân xưởng hay là một đoạn của gian khẩu độ đó nằm giữa các khe nhiệt. Chiều dài mỗi phân đoạn lắp ghép của nhà bê tông cốt thép đúc sẵn còn có thể xác định bởi điều kiện gián đoạn kỹ thuật giữa lúc lắp cột và lắp các kết cấu khác lên cột, vì bê tông gấn chân cột vào chấu móng phải đạt tới 70% cường độ thiết kế mới được phép chịu lực.

*a) Tường hợp lắp ghép nhà công nghiệp một tầng bằng một cần trục*

Nếu cần trục di chuyển ở chính giữa khẩu độ, lắp cả hai hàng cột một lúc, ta có mối quan hệ giữa thời gian  $T$  lắp các cột trong một phân đoạn và thời gian gián đoạn kỹ thuật  $t_{\min}$  như sau:

$$T \geq t_{\min}$$

trong đó:

$$t_{\min} = t_v + t_b;$$

$t_v$  - khoảng thời gian từ lúc lắp cột đến khi lắp vừa gấn chân cột, tính theo ngày;

$t_b$  - thời gian bảo dưỡng bê tông mới nổi tính theo ngày.

Nếu cần trục không di chuyển ở chính giữa khẩu độ, mà di chuyển dọc hai bên khẩu độ, ta có quan hệ:

$$T \geq \frac{t_c}{t'_c} \cdot t_{\min}$$

trong đó:

$t_c$  - thời gian trung bình lắp các cột và lắp các kết cấu khác cùng một dây chuyền với cột, ở cả hai hàng cột (trung bình trong một ô gian nhà);

$t'_c$  - thời gian trung bình lắp các kết cấu như trên trong lượt đi thứ hai của cần trục (khi cần trục di chuyển dọc hai bên khẩu độ).

Khi số lượng và loại kết cấu trong hai hàng của gian khẩu độ giống như nhau thì  $t_c = 2t'_c$

Hệ số  $\frac{t_c}{t'_c}$  nêu lên ảnh hưởng của tốc độ lắp ghép từng hàng một đến thời gian gián đoạn kỹ thuật chung.

Tốc độ lắp ghép cột và tốc độ lắp ghép các kết cấu mái trong một phân đoạn có khác nhau nên quan hệ giữa  $T$  và  $t_{\min}$  phải viết dưới dạng:

$$T \geq \alpha \cdot t_{\min}$$

trong đó:  $\alpha = \frac{t_c}{t_m}$ ;

$t_m$  - thời gian trung bình lắp các kết cấu mái trong một ô gian.

Nếu cần trục di chuyển dọc hai bên khẩu độ thì lấy  $\alpha = \frac{t'_c}{t_m}$ .

Nếu  $\frac{t'_c}{t_m} < 1$ , thì lấy  $\alpha = 1$ .

Thời gian tối thiểu  $T_{\min}$  lắp cột (đôi khi lắp cột và lắp các kết cấu khác cùng một dây chuyền với cột) trong một phân đoạn lắp ghép có thể xác định bằng công thức:

$$T_{\min} = \alpha \cdot t_{\min} \cdot \frac{t_c}{t'_c} = \alpha(t_v + t_b) \frac{t_c}{t'_c}$$

Ngoài ra nếu biết thời gian trung bình lắp một cột  $S$  (tính bằng giờ) và biết  $T_{\min}$  thì có thể xác định số lượng cột tối thiểu  $N_{\min}$  (đôi khi cả số các kết cấu khác) trong một phân đoạn lắp ghép từ công thức:

$$T_{\min} = \frac{N_{\min} \cdot S}{k_t \cdot g \cdot A}$$

trong đó:  $S$  - thời gian trung bình lắp một cột (giờ);

$A$  - số ca làm việc trong ngày;

$g$  - thời gian một ca, tính theo giờ;

$k_t$  - hệ số sử dụng cần trục theo thời gian.

Ta có phương trình:

$$\frac{N_{\min} \cdot S}{k_t \cdot g \cdot A} = \alpha(t_v + t_b) \frac{t_c}{t'_c}$$

Từ đó rút ra số cột tối thiểu trong một phân đoạn lắp ghép:

$$N_{\min} = \frac{k_t \cdot g \cdot A \cdot \alpha(t_v + t_b) t_c}{S t'_c}$$

Biết được trị số  $N_{\min}$  và số lượng kết cấu trong từng khẩu độ thì có thể ấn định ranh giới phân đoạn lắp ghép.



Nếu số kết cấu trong phân đoạn  $N_{\min}$  xác định bằng tính toán nhỏ hơn số kết cấu trong một gian khẩu độ hoặc trong một đoạn gian khẩu độ tới khe nhiệt, thì chiều dài phân đoạn lắp ghép lấy bằng chiều dài gian khẩu độ hay bằng chiều dài đoạn gian khẩu độ tới khe nhiệt.

Nếu trị số  $N_{\min}$  khi tính ra lại lớn hơn số lượng kết cấu trong gian khẩu độ một chút, hoặc lớn hơn số lượng kết cấu trong đoạn gian khẩu độ tới khe nhiệt, thì ta cho trước trị số  $N$  này, và xác định thời gian bảo dưỡng bê tông mỗi nối  $t_b$ :

$$t_b = \frac{N.S.t'_c - t_v}{k_l.g.A.\alpha.t_c}$$

Chọn thành phần bê tông và các biện pháp làm bê tông mau đông cứng trong khoảng thời gian bảo dưỡng  $t_b$ .

*b) Trường hợp lắp ghép nhà công nghiệp một tầng bằng hai cần trục, cái nọ di tiếp sau cái kia*

Giữa hai cần trục này phải có một thời gian gián đoạn kĩ thuật như sau:

$$T_c = \frac{1}{A}(H_{\max} + t_a) + t_v + t_b$$

$T_c$  - khoảng thời gian giữa lúc bắt đầu lắp các cột bằng cần trục thứ nhất và lúc bắt đầu lắp các kết cấu mái bằng cần trục thứ hai, tính theo ngày.

$t_a$  - thời gian lắp hàng cột thứ nhất trong gian khẩu độ thứ nhất của phân xưởng, khi cần trục di chuyển dọc hai bên khẩu độ, tính theo ca.

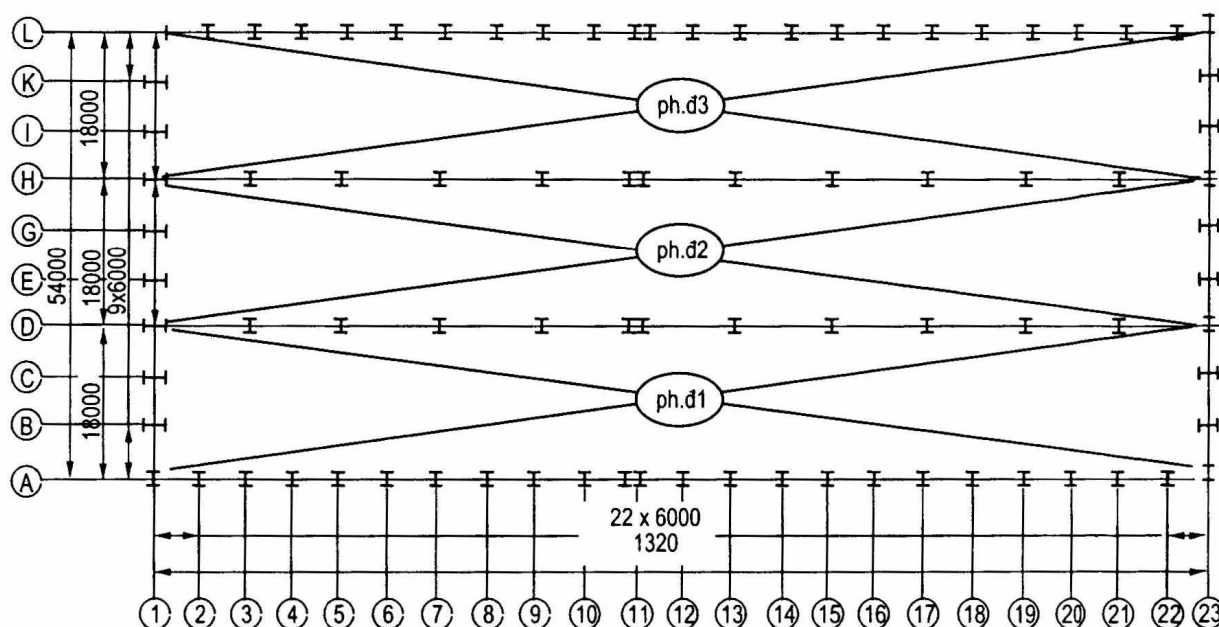
$H_{\max}$  - trị số cực đại của hiệu số ( $t_1 - t_2$ ), trong đó  $t_1$  là thời gian lắp các kết cấu của một khẩu độ bằng cần trục thứ nhất;  $t_2$  là thời gian lắp các kết cấu khác của khẩu độ bằng cần trục thứ hai.

Tính các trị số  $t_1$  và  $t_2$  cho một khẩu độ, sau đó tính cho hai, cho ba khẩu độ và v.v...

*Ví dụ: Tổ chức lắp ghép một phân xưởng một tầng ba khẩu độ bằng bê tông cốt thép đúc sẵn, mỗi khẩu độ rộng 18m, bước cột các hàng ngoài cùng là 6m, bước cột các hàng trong là 12m (hình 3.9).*

*Các móng đúc toàn khối tại chỗ, cột đúc sẵn, dầm cầu chạy và dầm đỡ vì kèo ứng suất trước; mái gồm các dầm mái ứng suất trước và các tấm mái; tường gồm những tấm panen lớn.*

Ở đây ta chỉ xét việc tổ chức lắp ghép các kết cấu chịu lực chính như cột, dầm cầu chạy, dầm đỡ vì kèo, dầm mái và tấm mái (bảng 3.8).



Hình 3.9: Phân chia nhà xưởng thành những phân đoạn lắp ghép

Bảng 3.8

Loại kết cấu	Số lượng (chiếc)	Trọng lượng một chiếc	Độ cao kết cấu	Cao trình lắp ghép
<b>Cột</b>				
Loại nhỏ	60	5,0	12,0	-
Loại lớn	26	9,3	12,0	-
<b>Dầm cầu chạy</b>				
Loại nhỏ	44	3,0	-	6,8
Loại lớn	44	7,0	-	6,8
Dầm đỡ vì kèo	22	6,8	-	10,0
Dầm mái	72	5,5	-	11,0
Tấm mái	792	1,5	-	12,5

Dựa trên những chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật người ta chọn cần trục bánh xích E-252 để lắp ghép công trình này. Cần trục sẽ phải chạy dọc hai bên khẩu độ để lắp các kết cấu: vòng đầu cần trục lắp các cột trong một phân đoạn, vòng thứ hai cần trục lắp các dầm cầu chạy, dầm đỡ vì kèo và các kết cấu mái.

Các số liệu để xác định số cột tối thiểu  $N_{\min}$  trong một phân đoạn lắp ghép là:  $A = 2$  ca,  $k_t = 0,8$ ,  $g = 8$  giờ,  $t_v = 0,5$  ngày,  $t_b = 2$  ngày, tổ lắp ghép có 5 công nhân.

Tra định mức lao động 726 tập V (1966) ta lập được bảng 3.9.

**Bảng 3.9**

Tên công tác	Định mức thời gian giờ công	Số hiệu định mức	Khối lượng công tác ở phân đoạn				Số công nhân lắp ghép
			Đơn vị tính	1	2	3	
Lắp cột điều chỉnh và cố định tạm thời bằng chêm							
nặng đến 5 tấn	7,5	7002	chiếc	28	4	28	5
nặng đến 10 tấn	12	7002	-	13	13	-	5
Lắp dầm cầu chạy có điều chỉnh							
nặng đến 3 tấn	6,3	7008	-	22	-	22	5
nặng trên 3 tấn	7,85	7008	-	11	22	11	5
Lắp dầm đỡ vì kèo có điều chỉnh nặng trên 5 tấn	10,5	7002	-	11	11	-	5
Lắp dầm mái có điều chỉnh nặng đến 5 tấn	5,25	7008	-	24	24	24	5
Lắp các tấm mái có điều chỉnh	0,80	7014	-	264	264	264	5

Theo định mức ta tính các số liệu  $t_c$ ,  $t'_c$ ,  $t_m$  cho một gian khẩu độ gồm 22 ô gian.

*Ghi chú:* Ở đây việc lắp đặt các dầm cầu chạy lấy bằng 50% định mức thời gian, còn việc điều chỉnh tiến hành sau này chiếm 50% định mức thời gian còn lại.

$$t_c = \frac{28 \times 7,5 + 13 \times 12}{5 \times 22} = 3,3 \text{ giờ}$$

$$t'_c = \frac{13 \times 12}{5 \times 22} = 1,42 \text{ giờ}$$

$$t_m = \frac{0,5(22 \times 6,3 + 11 \times 7,85) + 11 \times 10,5 + 24 \times 5,25 + 264 \times 0,8}{5 \times 22} = 514 \text{ giờ}$$

Khi này:  $\alpha = \frac{t'_c}{t_m} = \frac{1,42}{5,14} < 1$ ; lấy  $\alpha = 1$

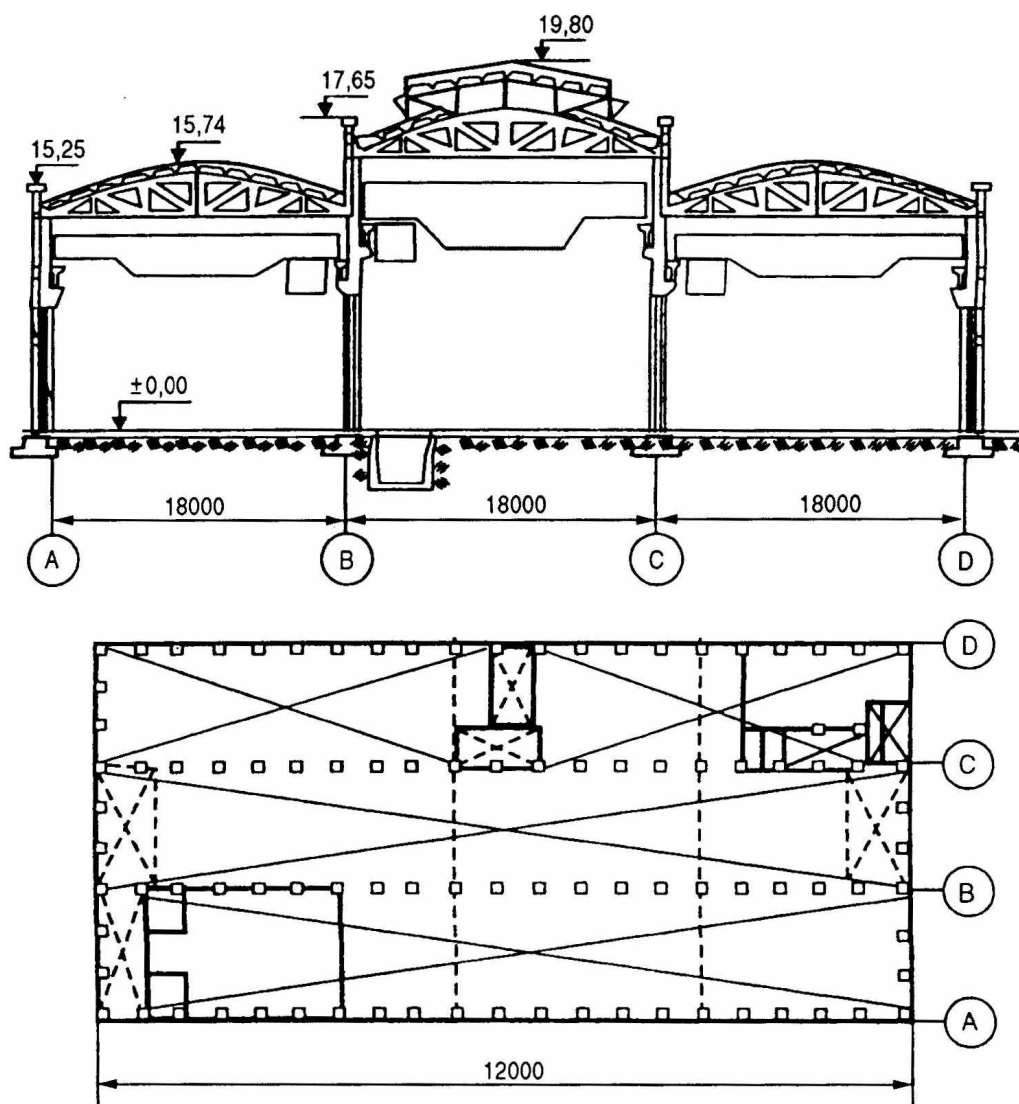
$$S = \frac{60 \times 7,5 + 26 \times 12}{5(60 + 26)} = 1,77 \text{ giờ}$$

$$N_{\min} = \frac{0,8 \times 8 \times 2 \times 1,0(0,5 + 2) \times 3,33}{1,77 \times 1,42} = 41 \text{ cột}$$

Như vậy phân đoạn lắp ghép thứ nhất của phân xưởng là phần nhà có trên 41 cột.

### Bài toán 3.5: Chọn phương án lắp ghép nhà công nghiệp một tầng

Lắp ghép một nhà công nghiệp một tầng, gồm ba khẩu độ, mỗi khẩu độ rộng 18m, dài 120m, bước cột 6m (hình 3.10). Móng cột bằng bê tông cốt thép đúc tại chỗ. Các kết cấu khác đúc sẵn tại nhà máy. Thời hạn thi công toàn công trình quy định là 8 tháng.



Hình 3.10: Mặt cắt và mặt bằng nhà công nghiệp

Bảng 3.10 tóm tắt khối lượng cho công tác lắp ghép.

Phân phối thời gian như sau: thời gian chuẩn bị công trường chiếm 1 tháng; thời gian làm công tác đất và công tác mặt bằng như đặt các đường ống ngầm, đào hố móng, đổ bê tông móng, san đất chiếm 1 tháng; thời gian lắp ghép khung nhà chiếm 3 - 4 tháng; thời gian làm công tác hoàn thiện chiếm 2 - 3 tháng.

**Bảng 3.10**

Tên kết cấu	Trọng lượng kết cấu (tấn)	Khối lượng		Định mức thời gian		Nhu cầu tổng cộng	
		Chiếc	Tấn	Giờ/máy	Giờ/công	Giờ/máy	Giờ/công
Cột hàng A và D	8,25	46	379,5	1,6	11	73,6	506
Cột hàng B và C	11,80	46	542,8	1,8	11,5	82,8	529
Cột đầu hồi	8,00	12	96,0	1,6	11	18,2	132
Vì kèo mái	5,60	69	386,5	1,75	11,5	120,7	7935
Dầm cầu chạy bê tông	4,95	80	396,0	1,05	6,8	84,0	514
Dầm cầu chạy thép	3,60	40	144,0	0,94	6,2	37,6	248
Cửa trời	1,00	69	69,0	1,4	9,6	96,6	662,5
Panen mái	1,43	720	1029,6	0,3	2	216,0	1440,0
Tấm tường ở khẩu độ giữa	0,70	280	196,0	0,25	1	70,0	280,0
Dầm tường ngoài	3,20	58	185,6	0,55	5	31,9	290,0
Tấm tường và lanhtô ngoài	2,6 và 0,7	864	1451,5	0,35	1,4	302,0	1296,1
Tổng cộng			4889,0			1133,4	6721,0

Mỗi ngày công tác lắp ghép chỉ tiến hành trong một ca, thời gian lắp ghép tạm ấn định là 3 tháng, hay  $T = 22 \times 3 = 66$  ngày.

Nếu mỗi ngày làm việc 8 giờ, với hệ số sử dụng thời gian  $k_t = 0,85$ , thì số cần trực lắp ghép chính đảm nhận khối lượng công tác 1133,4 giờ-máy, là:

$$n = \frac{T_m}{8 \times k_t \times T} = \frac{1133,4}{8 \times 0,85 \times 66} = 2,52 \text{ cần trực}$$

Vậy cần phải sử dụng 3 cần trực lắp ghép, đảm bảo hoàn thành khối lượng cho trong khoảng thời gian 3 tháng.

Theo kích thước hình học của công trình và trọng lượng cấu kiện có thể sử dụng những cần trục bánh xích E-2001, E-1004 và cần trục tháp BK-151 làm công tác lắp ghép.

Sau đây nêu hai phương án để so sánh.

*Phương án I:* Dùng cần trục E-2001 với tay cần dài 30m, đi ở giữa các khẩu độ là có thể cẩu lắp được mọi kết cấu của công trình. Để đảm bảo thời gian quy định ta dùng hai cần trục E-2001 để lắp ghép các kết cấu chịu lực của khung nhà theo phương pháp tuần tự. Dùng một cần trục bánh xích E-505 (đã dùng để đào hố móng) để lắp ghép các kết cấu tường bao che thì tránh được sử dụng lãng phí sức trục lớn của cần trục E-2001.

Ngoài các tấm tường bao che cầu lắp ở tư thế dựng đứng trực tiếp từ xe vận tải, các kết cấu khác được sắp xếp sẵn trên mặt bằng thi công trước khi lắp ghép vào công trình.

Số lượng cần trục làm công tác bốc xếp khối lượng kết cấu này ( $4889 - 1451 = 3438$  tấn) xác định bằng công thức:

$$m = \frac{P \times k}{g \times T} = \frac{3438 \times 0,12}{6,8 \times 66} = 1 \text{ cần trục}$$

P - khối lượng lắp ghép (tấn);

T - thời gian lắp ghép (ca);

g - số giờ làm việc thực tế mỗi ca;

k - định mức bốc xếp,  $k = 0,12$  h/tấn.

Chọn một cần trục E-505 nữa làm công tác bốc xếp.

Như vậy theo phương án này thì số cần trục cần thiết là:

2 cần trục E-2001 và 2 cần trục E-505

Tiến độ lắp ghép các phương án I trình bày ở bảng 11.

Thời gian lắp ghép là 62 ngày (tức 3 tháng), trong đó:

Cần trục E-2001 (II) làm:  $62 - 5 = 57$  ca

Cần trục E-2001 (I) làm: 62 ca

Hai cần trục E-505 làm:  $5 + 44 + 61 = 110$  ca

*Phương án II:* Cần trục tháp BK-151 có trọng tải 15 tấn lực khi di chuyển ở khẩu độ chính giữa cũng có thể cẩu lắp được mọi kết cấu của công trình. Dùng một cần trục tháp thì không hoàn thành được khối lượng xây lắp trong thời gian quy định, cho nên phải dùng thêm một cần trục bánh xích E-1004, để kiểm hơn, để lắp ghép hai hàng cột và dầm ngoài cùng và lắp các kết cấu tường bao che.

**Bảng 3.11**

Tên kết cấu	Loại cần trục	Thời gian (ca)	Tiến độ (ca)							
			0	10	20	30	40	50	60	
Cột hàng A và D	E-2001	43,5			I					
Cột hàng B và C	nt				I					
Cột đầu hồi	nt				I					
Dầm cầu chạy bê tông	nt				I					
Dầm cầu chạy thép	nt				I					
Vì kèo mái	E-2001	74		II				I + II		
Cửa trời	nt			II				I + II		
Panên mái	nt			II				I + II		
Tường ở khẩu độ giữa	nt			II				I + II		
Dầm tường	E-505	5								
Tường ngoài	nt	44								
Bóc xếp	E-505	61								

Cần trục bánh xích E-1004 có những ngày làm việc hai ca: một ca lắp ghép, còn một ca bóc xếp cấu kiện.

Theo phương án này số cần trục cần thiết là:

1 cần trục tháp BK-151 và 1 cần trục bánh xích E-1004.

Tiến độ lắp ghép của phương án II trình bày ở bảng 3.12. Tổng số thời gian lắp ghép là 100 ngày (tức 4 tháng), trong đó: cần trục tháp BK-151 làm: 98 ca, cần trục bánh xích E-1004 làm:  $98 + (49 + 20) = 167$  ca.

**Bảng 3.12**

Tên kết cấu	Loại cán trục	Thời gian (ca)	Tiến độ (ca)												
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
Cột hàng A và D	E-1004	20													
Dầm cầu chạy hàng A và D	nt														
Cột đầu hồi	nt														
Cột hàng B và C	BK-151	98													
Dầm bê tông hàng B và C	nt														
Dầm thép hàng B và C	nt														
Vì kèo mái	nt														
Cửa trời	nt														
Panen mái	nt														
Tường ở khẩu độ giữa	nt														
Dầm tường	E-1004	49													
Tường ngoài	nt														
Bốc xếp	E-1004														

• Để xác định các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của hai phương án ta sử dụng các số liệu cho ở bảng 3.13.



**Bảng 3.13**

	E-505	E-1004	E-2001	BK-151
Giá thuê 1 kíp máy (đồng)	120	170	320	180
Công lắp máy (giờ-công)	7	10	252,5	114
Công tháo dỡ máy (giờ-công)	5	7	213,0	85
Thời gian lắp máy (ngày)	0,5	0,7	7,5	4
Thời gian tháo máy (ngày)	0,5	0,5	6	3
Công đặt và dỡ 1m dài đường cần trục (giờ-công)	-	-	-	16,8
Phí tổn đặt 1m dài đường cần trục (đồng)	-	-	-	20
Phí tổn về vận chuyển cần trục (đồng)	400	800	1600	1800

**Ghi chú:**

1. Trong giá thuê máy đã có kể tiền khấu hao cơ bản, tiền nhiên liệu, tiền tu sửa và lương công nhân máy.

2. Trong công lao động và phí tổn làm đường cần trục có kể cả đặt đường điện.

Để đơn giản tính toán ta bỏ qua những công lao động về hàn gấn, lắp vữa mối nối..., chúng đều giống nhau trong cả hai phương án, mà chỉ tính tới công lao động lắp ghép. Trong giá thành cũng bỏ qua các phụ phí.

• Giá thành lắp ghép theo phương án I:

$$\text{với 2 máy E-2001: } 1600 \times 2 + (57 + 62)320 = 41.200\text{đ}$$

$$\begin{aligned} \text{với 2 máy E-505: } 400 \times 2 + 110 \times 120 &= 14.000\text{đ} \\ &55.200\text{đ} \end{aligned}$$

Công lao động lắp ghép theo phương án I:

$$(252,5 + 213)2 + (7 + 5)2 + 6721 = 7676 \text{ giờ-công}$$

Giá thành và công lao động tính cho 1 tấn kết cấu:

$$\frac{55200}{4889} = 11,3 \text{ đồng; } \frac{7676}{4889} = 1,58 \text{ giờ-công}$$

• Giá thành lắp ghép theo phương án II:

$$\text{với máy BK-151: } 1800 + (120 \times 20) + (98 \times 180) = 21840\text{đ}$$

$$\begin{aligned} \text{với máy E-1001: } 800 + (167 \times 170) &= 21990\text{đ} \\ &43830\text{đ} \end{aligned}$$

Công lao động lắp ghép theo phương án II:

$$(114 + 85) = 168,8 \times 120 + 6721 = 8864 \text{ giờ-công}$$

Giá thành và công lao động tính cho 1 tấn kết cấu:

$$\frac{43830}{4889} = 8,96 \text{ đồng; } \frac{8864}{4889} = 1,81 \text{ giờ-công}$$

**Bảng 3.14. Bảng so sánh các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của hai phương án lắp ghép**

Tên chỉ tiêu	Đơn vị tính	Phương án	
		I	II
Thời gian lắp ghép	ca	62	100
Giá thành lắp ghép cho 1 tấn kết cấu	đồng	11,3	8,96
Công lao động lắp ghép cho 1 tấn kết cấu	giờ-công	1,58	1,81

Ở đây phương án lắp ghép I có ưu điểm hơn, nó rút ngắn thời gian lắp ghép được 38% và giảm công lao động được 13%.

$$k_t = \frac{100 - 62}{100} = 0,38; k_c = \frac{8864 - 7676}{8864} = 0,13$$

Giả thử giá mỗi tấn cấu kiện đúc sẵn là 60đ, phụ phí theo thời gian chiếm 50% tổng phụ phí; tổng phụ phí chiếm 11% trực tiếp phí; trực tiếp phí là  $60 \div 4889 = 293.340đ$ , thì giá thành do rút ngắn thời gian lắp ghép hạ xuống là:

$$G_{th} = 38 \frac{50 \times 11 \times 293340}{100^3} = 6130 \text{ đ}$$

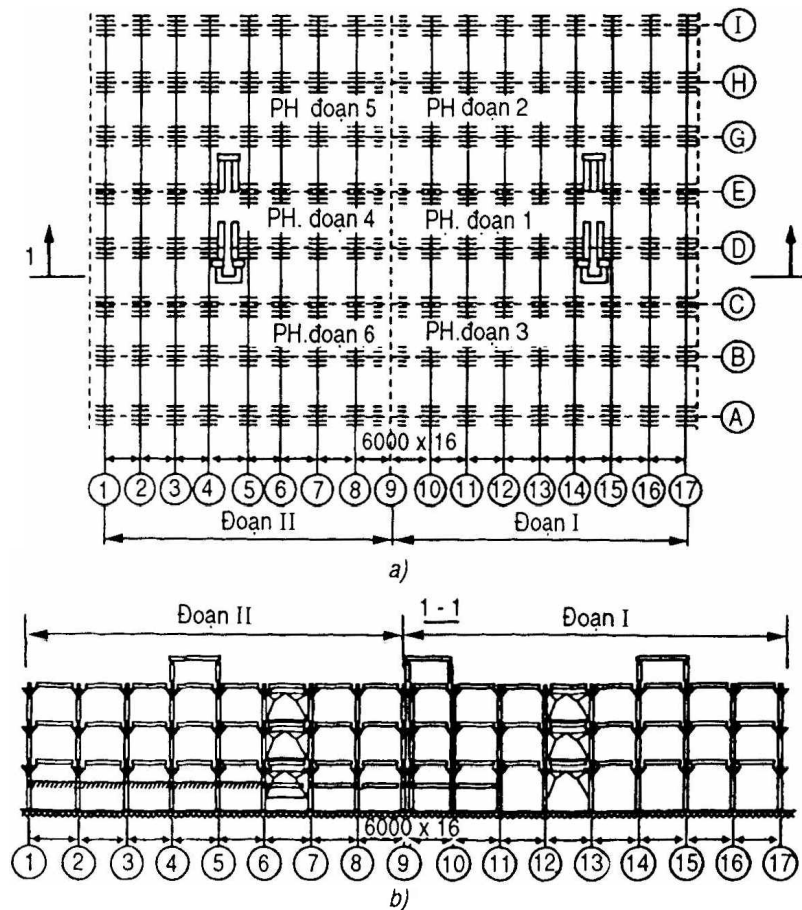
Ngoài ra giảm công lao động cũng góp phần làm hạ giá thành công trình. Tăng tốc độ công tác lắp ghép còn làm cho công trình mau chóng đi vào sản xuất.

### Bài toán 3.6: Tổ chức lắp ghép nhà công nghiệp nhiều tầng

Nhà công nghiệp nhiều tầng, nhiều khẩu độ (hình 3.11) chiếm diện tích mặt bằng  $63 \times 96m$ , với lưới cột  $6 \times 9$ ; tầng một cao 6m, tầng hai và tầng ba cao 4,8m. Tại cao trình 3,00 của tầng một có làm thêm một tầng lửng bằng kết cấu thép, nó phân chia tầng một thành hai tầng khác nhau và được dành làm khu hành chính và sinh hoạt của nhà máy. Các khối cầu thang và thang máy được bố trí ở bên trong nhà.

Khung nhà bằng các kết cấu bê tông cốt thép đúc sẵn. Cột nhà có tiết diện  $600 \times 400mm$ , đúc thành hai đoạn rời. Dầm nhà có tiết diện hình chữ T, cao 800mm. Các tấm sàn, tấm mái có dạng hộp, cao 400mm. Các tấm tường nhà đúc sẵn bằng bê tông nhẹ, được

đặt cách nhau để chứa ra những ô cửa sổ, như vậy những tấm tường bê tông này là những tấm tường treo tựa lên các máu đỡ ở cột. Cửa sổ là những khung thép lồng kính, bố trí thành những băng chạy suốt chiều dài tường ngoài.

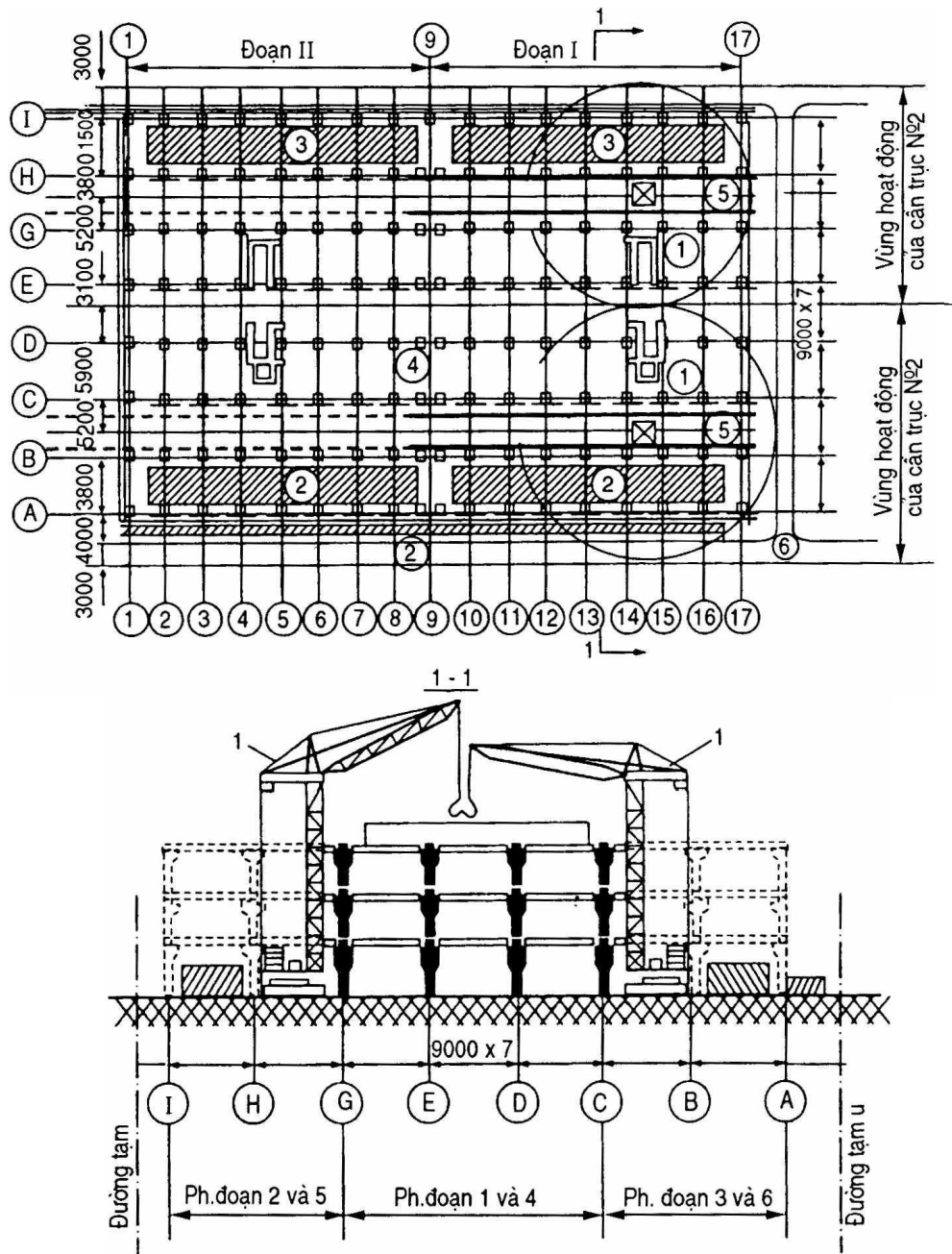


**Hình 3.11:** Sơ đồ cấu tạo, một nhà máy và các phân đoạn thi công

Phương án lắp ghép kết cấu bê tông cốt thép và kết cấu thép trình bày trong hình 3.12.

Hai cần trục tháp KB-160, có cần với tới 17,3m, chạy ở trong khẩu độ GH và BC của nhà, để lắp toàn bộ các kết cấu nhà.

Mặt bằng công trình được phân ra làm 6 phân đoạn để lắp ghép. Bắt đầu lắp phân đoạn 1, từ trục 17 đến trục 9 (hình 3.13) bằng cả hai cần trục tháp đồng thời một lúc, theo trình tự như sau: lượt đầu tiên lắp các cột tầng một và hai, rồi gắn mỗi nối chân cột bằng bê tông có xi măng đông kết nhanh. Sau đó lắp dầm và sàn của tầng một. Trên dầm trước tiên lắp các tấm sàn chống (giằng) giữa các cột, rồi mới lắp các tấm sàn khác. Khi đặt dầm vào vị trí của nó rồi thì hàn liên kết các chi tiết chôn sẵn trong dầm và trong vai cột; mỗi nối dầm vào cột được lắp vừa sau khi đặt xong các tấm sàn chống giữa các cột. Tấm sàn được cố định vào vị trí bằng hàn dính các chi tiết chôn sẵn của nó với các chi tiết chôn sẵn trên dầm, tại ít nhất ba góc tấm sàn.

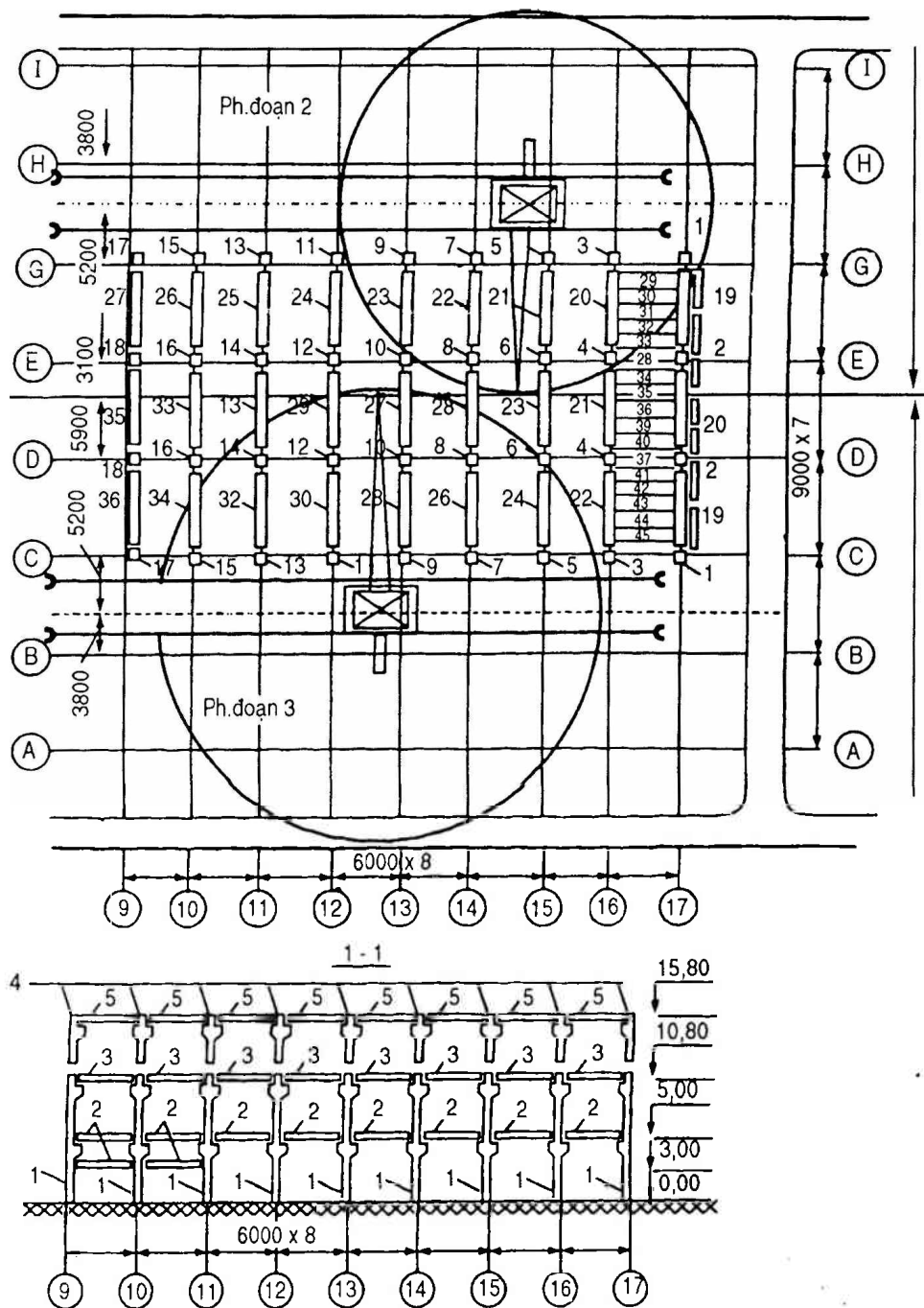


**Hình 3.12:** Sơ đồ bố trí các cần trục lắp ghép

1. Cần trục tháp; 2, 3. Bãi chứa cấu kiện nằm trong tầm với của cần trục;
4. Mặt bằng lắp ghép nhà máy; 5. Đường cần trục tháp;
6. Đường sá tiếp vận cấu kiện.

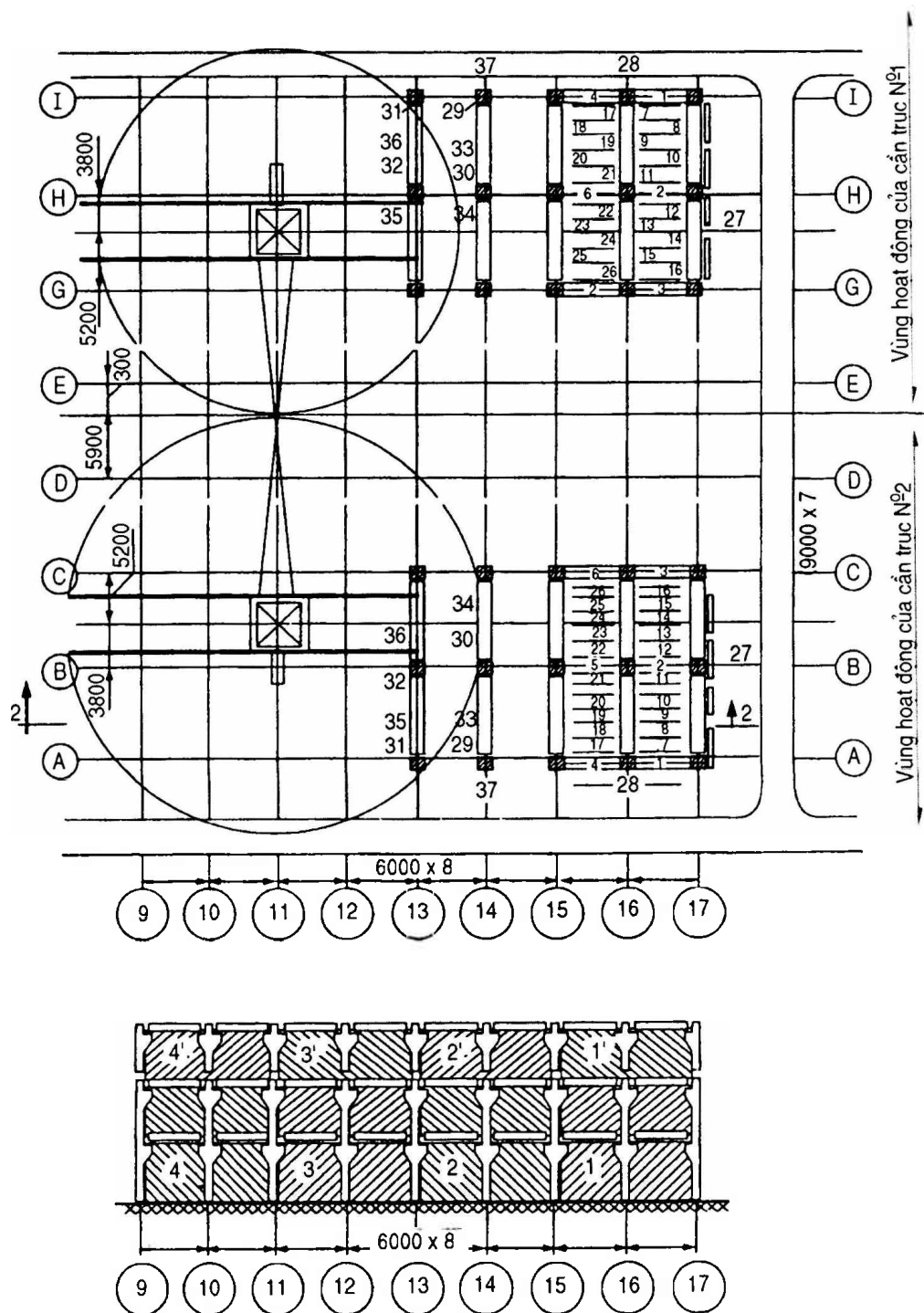
Các dầm và tấm sàn tầng hai được lắp ghép trong lượt hai, cũng theo trình tự như vậy (hình 3.13).

Sau khi lắp đặt và liên kết chắc chắn toàn bộ các kết cấu của tầng dưới mới lắp ghép các kết cấu của tầng thứ ba.



Hình 3.13: Trình tự lắp ghép các kết cấu trong phân đoạn I

Lắp ghép xong phân đoạn 1, mới lắp sang phân đoạn 2 và phân đoạn 3. Mỗi phân đoạn 2 và 3 được lắp bằng một trục tháp, tuần tự theo từng ô gian, như trong hình 3.14. Trong phạm vi mỗi ô gian cần trực lắp các kết cấu ở xa nhất trước, theo thứ tự: cột, dầm, tấm chống giữa cột và các tấm sàn khác. Nếu cột thông hai tầng thì trước tiên lắp các dầm và sàn đợt 1, sau đó mới lắp dầm và sàn đợt 2.



Hình 3.14: Trình tự lắp ghép kết cấu trong phân đoạn 2 và 3

Khi lắp cột nên dùng khung dẫn để mau chóng giải phóng cần trục lắp ghép. Trong lúc công nhân điều chỉnh và cố định tạm kết cấu bằng khung dẫn thì cần trục vận chuyển gạch, bê tông, vữa và những vật liệu khác...

Công tác thi công lắp ghép được tiến hành trong hai ca mỗi ngày.

- Mức độ sử dụng các cấu kiện và vật tư hàng ngày nêu trong bảng 3.15.

- Khối lượng công việc được liệt kê trong bảng 3.16.
- Thành phần tổ đội công nhân nêu trong bảng 3.17.
- Các máy móc, thiết bị nêu trong bảng 3.18.
- Tiến độ dây chuyền lắp ghép vẽ trong hình 3.15.
- Các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật nêu trong bảng 3.19.

**Bảng 3.15**

Cột tầng 1 và 2	chiếc/ngày	8
Cột tầng 3	-	16
Dầm	-	8
Tấm sàn	-	48
Tấm tường	-	9
Khung cửa kính	-	12
Kết cấu thép	tấn	1,63
Bê tông	m <sup>3</sup>	3,45
Vữa	m <sup>3</sup>	0,58
Que hàn	kg	67

**Bảng 3.16**

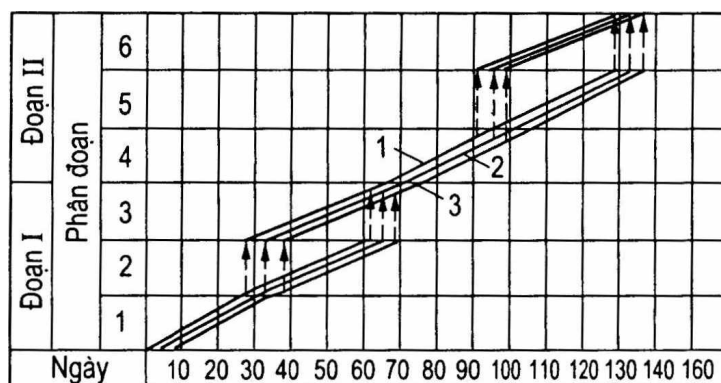
Các công việc	Đơn vị tính	Tổng cộng	Các phân đoạn					
			1	2	3	4	5	6
Lắp ghép kết cấu bê tông cốt thép	m <sup>3</sup> /T	$\frac{3801,9}{8721,1}$	$\frac{764,1}{1751,0}$	$\frac{567}{1297}$	$\frac{568}{1300}$	$\frac{793,8}{181,5}$	$\frac{554}{1276}$	$\frac{555}{1282,1}$
Lắp ghép kết cấu thép	T	208,9	32,0	37,1	36,4	40,6	31,0	31,8
Hàn các mối nối	m	2543	606	347	352	612	319	307
Lấp vữa bê tông mối nối	mối nối	1044	234	144	144	234	144	144
Gắn mạch tường, sàn mái	m	10705	1958	1680	1684	2083	1647	1653

**Bảng 3.17**

Công việc	Loại thợ và bậc thợ	Số lượng người
Lắp kết cấu bê tông và kết cấu thép khung nhà và kết cấu bao che	Thợ máy bậc 6	2
	Thợ máy bậc 5	5
	Thợ máy bậc 4	5
	Thợ máy bậc 3	8
Hàn các mối nối khung nhà	Thợ hàn bậc 5	4
Lắp bê tông mối nối, tháo lắp cốppha	Thợ máy bậc 4	2
Lắp vữa mạch tường, sàn và mái	Thợ máy bậc 3	2

**Bảng 3.18**

Xe máy và thiết bị	Mã máy	Đặc tính kĩ thuật	Số lượng	Công dụng
- Cần trục tháp	KB-160	R = 20m; Q = 8T	2	Để lắp các kết cấu chịu lực và bao che
- Máy bơm vữa chạy bằng khí nén	C-577	NS = 15 m <sup>3</sup> /h	1	Để gán vữa các mối nối
- Máy nén khí	ZIF-55	CS = 90 ngựa	1	Để làm chạy máy bơm vữa
- Máy trộn vữa	EM = 40/1	NS = 6 m <sup>3</sup> /h	1	Để lắp vữa mạch nối
- Máy hàn điện	CTZ-34	CS = 33,5kW	2	Để hàn các chi tiết chôn sẵn
- Ôtô kéo và xe moóc	MAZ-200	Q = 18T	1	Để chở cột và dầm
- Xe moóc	PP-8	Q = 8T	2	Để chở tấm sàn
- Xe ô tô tự đổ	DIN-555	Q = 2,5T	1	Để chở bê tông và vữa



**Hình 3.15:** Tiến độ dây chuyền lắp ghép kết cấu công trình

1. Lắp kết cấu bê tông và kết cấu thép; 2. Hàn mối nối; 3. Gắn vữa mối nối và mạch lắp ghép



**Bảng 3.19. Các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật**

Thời gian thi công	128 ngày
Cường độ thi công	69,7/31,2 T/m <sup>3</sup>
Công lao động tính cho 1 tấn sản phẩm	0,495 công/T
Năng lượng	3,32 kW/T
Giá thành	4,2 ngàn đồng/T

## Chương 4

### HIỆU QUẢ KINH TẾ

#### Bài toán 4.1: Chọn máy đào đất gầu đơn

Chọn một máy đào đất mang gầu ngửa để đào đất đặt móng bê một ngôi nhà; hố sâu 2,2m, với khối lượng đất  $Q = 720\text{m}^3$ .

Các máy đào sau đây phù hợp với công việc này:

E-156 mang gầu  $0,15\text{m}^3$ ; E-257 mang gầu  $0,25\text{m}^3$

E-302 mang gầu  $0,30\text{m}^3$ ; E-505 mang gầu  $0,5\text{m}^3$

Năng suất của những máy đào này là:

E-156 .....  $54\text{ m}^3/\text{ca}$ ; E-257 ....  $120\text{ m}^3/\text{ca}$

E-302 .....  $143\text{ m}^3/\text{ca}$ ; E-505 ....  $268\text{ m}^3/\text{ca}$

Chi phí sử dụng máy đào tính theo công thức:

$$C = E + \left( \frac{G_{\text{năm}}}{T_{\text{năm}}} + G_{\text{ca}} \right) \cdot T$$

E - chi phí cho một lần sử dụng máy;

$G_{\text{năm}}$  - tiền khấu hao hàng năm;

$G_{\text{ca}}$  - chi phí khai thác mỗi ca máy;

$T_{\text{năm}}$  - số ca làm việc của cần trục trong năm;

T - số ca làm việc của cần trục ở công trường.

Cho trước những số liệu trong bảng 4.1 (tính theo ngàn đồng); cũng có thể sử dụng các số liệu trong phụ lục 1.

**Bảng 4.1**

Loại máy đào	E	$G_{\text{năm}}$	$G_{\text{ca}}$	$T_{\text{năm}}$
E-156	1,2	178	1,26	400
E-257	1,44	214,4	0,96	400
E-302	0,36	236	1,095	400
E-505	3,96	247,1	2,005	400

Thời gian (số ca) các máy đào làm việc ở hiện trường:

$$E-156 \dots T = \frac{Q}{N} = \frac{720}{54} = 13,3 \text{ ca máy}$$

$$E-257 \dots T = \frac{720}{120} = 6 \text{ ca máy}$$

$$E-302 \dots T = \frac{720}{143} = 5 \text{ ca máy}$$

$$E-505 \dots T = \frac{720}{268} = 2,7 \text{ ca máy}$$

Chi phí sử dụng máy đào:

$$E-156 \dots C = 1,2 + \left( \frac{178}{400} + 1,26 \right) 13,3 = 23,876 \text{ ngàn đồng}$$

$$E-257 \dots C = 1,44 + \left( \frac{214,4}{4000} + 0,96 \right) 6 = 10,416 \text{ ngàn đồng}$$

$$E-302 \dots C = 0,36 + \left( \frac{236}{400} + 1,095 \right) 5 = 8,785 \text{ ngàn đồng}$$

$$E-505 \dots C = 3,96 + \left( \frac{247,1}{400} + 2,005 \right) 2,7 = 11,041 \text{ ngàn đồng}$$

Theo kết quả tính toán ta thấy chi phí sử dụng máy đào E-156 lớn nhất, thời gian sử dụng dài nhất; chi phí sử dụng máy đào E-257 và E-505 gần bằng nhau, nhưng năng suất của máy E-505 cao hơn; chi phí sử dụng máy đào E-302 thấp nhất, nên ta chọn loại máy đào này.

Chênh lệch giá cả của ba loại máy đào sau không lớn lắm, nên khi chọn máy cần lưu ý đến việc dùng ngay các máy đào này để thi công phần móng công trình, không cần phải thay đổi máy khác.

#### Bài toán 4.2: Chọn phương án thi công hố móng

*Cần đào đất để thi công móng một nhà công nghiệp một khẩu độ, dài 102m, khẩu độ 24m, bước cột 6m, theo hai phương án thi công sau:*

a) Đào đất thành rãnh móng chạy quanh nhà bằng máy đào gầu xấp rồi san phẳng đáy móng bằng máy ủi D-159. Muốn vậy phải làm đường lên xuống rãnh cho máy ủi với độ dốc 1 : 3.

b) Đào thành những hố móng đơn chân cột bằng máy đào gầu xấp, dung tích gầu  $0,5m^3$ ; mái dốc hố móng 1 : 1 (đất cấp II); kích thước đáy hố móng  $2,1 \times 2,1m$ , sâu  $1,5m$ ; khối lượng đất của một hố  $1,8m^3$ .

Mặt đất tại địa điểm coi như ngang bằng. Hãy tìm xem phương án thi công nào rẻ nhất.

### 1. Tính khối lượng đất theo từng phương án

a) Khi đào thành rãnh móng chạy quanh nhà

Chiều rộng lưỡi dao bàn ủi của máy ủi D-159 là  $2,28m$  sau đó còn phải sửa rãnh, vậy ta lấy:

- Chiều rộng đáy rãnh b là  $2,5m$ .

- Chiều rộng miệng rãnh B (khi mái dốc 1 : 1) là:

$$B = 2,5 + 2 \times 1,5 = 5,5m$$

- Chu vi nhà (khi coi các trục định vị trùng với các cạnh ngoài của cột có tiết diện  $40 \times 60cm$ ) bằng:

$$P = (24 - 2.0,3)2 + (106 - 2.0,2)2 = 258m$$

Khối lượng đất: 
$$V_r = Ph \frac{B+b}{2} = 258 \times 1,5 \times \frac{5,5 + 2,5}{2} = 1548m^3$$

Trong đó có 5% khối lượng đất được sửa bằng máy ủi:

$$1548 \times 0,05 = 77m^3$$

Ngoài ra phải làm đường lên xuống cho máy ủi, rộng  $3m$ , dốc  $0,33$ , với khối lượng bằng:

$$V_d = 3 \times \frac{1,5}{2} \times \frac{1,5}{0,33} = 11m^3$$

Khối lượng đất của máy đào gầu xấp là:

$$V_m = (1548 - 77) + 11 = 1482m^3$$

Một phần đất đào sẽ được vận chuyển đi đổ xa bằng xe tải, vì phải tính đến thể tích do các móng cột chiếm chỗ và độ tơi xốp còn lại của đất là 2%.

Tổng số các móng cột chạy theo chu vi nhà (tính cả số móng đôi ở mạch nhiệt):

$$\frac{102}{6} + 2 \times 2 + 3 \times 2 = 44 \text{ móng}$$

Khối tích của chúng:  $1,8 \times 44 = 78m^3$

Khối lượng đất phải chở đi đổ bằng xe ô tô tải:

$$V_x = 78 + 1482 \times 0,02 = 106m^3$$

Khối lượng đất đổ đồng tại chỗ:

$$V_c = 1482 - 106 = 1376\text{m}^3$$

b) Khi đào thành các hố móng đơn

Kích thước đáy hố:  $2,1 \times 2,1\text{m}$

Bề mặt đáy hố:  $s = 2,1 \times 2,1 = 4,4\text{m}^2$

Bề mặt miệng hố:  $S = (2,5 + 1,5 \times 2)(2,5 + 1,5 \times 2) = 30,3\text{m}^2$

Số lượng hố móng:  $N = 44$

Khối lượng đất các hố móng:

$$V = N \left( \frac{s + S}{2} h \right) = 44 \frac{4,4 + 30,3}{2} 1,5 = 1145\text{m}^3$$

Trong đó 5% đất phải đào bằng thủ công:

$$V_t = 1145 \times 0,05 = 57\text{m}^3$$

Khối lượng đất đào bằng máy đào gầu xấp:

$$V_m = 1145 - 57 = 1088\text{m}^3$$

Khối lượng đất vận chuyển đi xa đổ bằng xe tải:

$$V_x = 78 + 1088 \times 0,02 = 99\text{m}^3$$

Khối lượng đất đổ đồng tại chỗ:

$$V_c = 1088 - 99 = 979\text{m}^3$$

## 2. Tính trực tiếp phí, công lao động (không kể công thợ lái máy) và tiền công

Tính toán theo bảng 4.2.

## 3. Tính các phụ phí theo số ngày công lao động $H_1$ và theo tiền công $H_2$

a) Khi đào thành rãnh móng

$$H_1 = 40m_1 = 40 \times 32,73 = 1310 \text{ đồng}$$

$$H_2 = 0,15L_1 = 0,15 \times 7576 = 1080 \text{ đồng}$$

b) Khi đào các hố móng

$$H_1 = 40m_2 = 40 \times 40,94 = 1630 \text{ đồng}$$

$$H_2 = 0,15L_2 = 0,15 \times 10187 = 1530 \text{ đồng}$$

với:  $m_1$  và  $m_2$  - số công lao động (ngày công) trong 2 phương án.

$L_1$  và  $L_2$  - tiền công trong hai phương án (xem bảng 4.2).

## THIẾT KẾ TỔ CHỨC THI CÔNG

Phụ phí ngày công: 40 đ/ngày công

Phụ phí tiền công: 0,15 đ/1 đ. lương.

**Bảng 4.2a**

Tên công việc	Đào rãnh móng							
	Đơn vị đo lường (m <sup>3</sup> )	Khối lượng	Công lao động (ngày công)		Tiền công (đồng)		Trực tiếp phí (đồng)	
			Cho 1 đơn vị	Tổng cộng	Cho 1 đơn vị	Tổng cộng	Cho 1 đơn vị	Tổng cộng
Đào đất đổ đồng tại chỗ	1000	1,376	6,3	8,65	1400	1920	16400	22500
Đào đất rồi chở đi 1km bằng xe tải...	1000	0,106	14	1,48	2800	296	58600	6200
San đáy rãnh bằng máy ủi	1000	0,077	-	-	-	-	1800	130
Sửa hố móng thủ công	100	-	-	-	-	-	-	-
Lấp đất bằng máy ủi...	1000	1,376	-	-	-	-	1800	2460
Dầm lèn đất bằng máy...	100	13,76	1,65	22,6	390	5360	560	7700
<b>Tổng cộng</b>	-	-	-	32,72	-	7576	-	38990

**Bảng 4.2b**

Tên công việc	Đào hố móng							
	Đơn vị đo lường (m <sup>3</sup> )	Khối lượng	Công lao động (ngày công)		Tiền công (đồng)		Trực tiếp phí (đồng)	
			Cho 1 đơn vị	Tổng cộng	Cho 1 đơn vị	Tổng cộng	Cho 1 đơn vị	Tổng cộng
Đào đất đổ đồng tại chỗ	1000	0,979	6,3	6,16	140	1370	16400	16100
Đào đất rồi chở đi 1km bằng xe tải...	1000	0,099	14	1,38	2800	277	58600	5800
San đáy rãnh bằng máy ủi	1000	-	-	-	-	-	-	-
Sửa hố móng thủ công	100	0,57	30	17,1	8300	4720	8300	4720
Lấp đất bằng máy ủi...	1000	0,979	-	-	-	-	1800	1760
Dầm lèn đất bằng máy...	100	9,79	1,65	16,3	390	3820	560	5460
<b>Tổng cộng</b>	-	-	-	40,94	-	10187	-	33840

4. Tính chi phí tổng cộng theo các phương án

**Bảng 4.3**

Các loại chi phí	Chi phí để đào (đồng)	
	Rãnh móng	Hố móng
Trực tiếp phí...	38990	33840
Phụ phí theo số công lao động...	1310	1630
Phụ phí theo tiền công...	1080	1530
Tổng cộng	41380	37000

Phương án thi công đất bằng cách đào các hố móng đơn có tổng chi phí nhỏ hơn, mặc dù số công lao động và tiền công có cao hơn đôi chút.

Hiệu quả kinh tế:  $H = 41380 - 37000 = 4380$  đồng.

**Bài toán 4.3: Chọn giàn giáo hoàn thiện**

Để làm công tác hoàn thiện mặt chính các ngôi nhà người ta có ý định sử dụng các giàn giáo tháo co rút bằng động cơ, thay thế cho loại giàn giáo treo kéo lên xuống bằng tay.

Hãy tính hiệu quả kinh tế của phương pháp mới.

Các số liệu cho trước:

1. Năng suất hoàn thiện hàng năm:

của một giàn giáo tháo là: 225 ngày  $m^2$   
 của giàn giáo treo là: 150 ngày  $m^2$

2. Chi phí khai thác hàng năm:

của giàn giáo tháo co rút: 650.200 đồng  
 của giàn giáo treo: 15.000 đồng

3. Tiền công để hoàn thiện  $1000m^2$  mặt nhà:

khi sử dụng giàn giáo co rút: 3950 đồng  
 khi sử dụng giàn giáo treo: 8.040 đồng

4. Công lao động để hoàn thiện  $1000m^2$  mặt nhà

khi sử dụng giàn giáo tháo co rút: 13 công  
 khi sử dụng giàn giáo treo: 26 công

5. Trị giá của một giàn giáo tháo co rút: 392.500 đồng

Trị giá của một giàn giáo treo: 5.000 đồng

**Cách giải:**

Tính giá thành thi công hoàn thiện 1000m<sup>2</sup> mặt nhà.

**Bảng 4.4**

Các loại chi phí	Dùng giàn giáo thấp co rút	Dùng giàn giáo treo
Chi phí khai thác máy và công cụ	$\frac{650200}{225} = 2890$	$\frac{15000}{150} = 100$
Tiền công	3950	8040
Phụ phí theo tiền công (15% tiền công)	$3950 \times 0,15 = 590$	$8040 \times 0,15 = 1210$
Phụ phí theo số công lao động (40 đồng cho 1 công)	$40 \times 13 = 520$	$40 \times 26 = 1040$
Lãi định mức (6% của vốn...)	$\frac{392500 \times 0,06}{225} = 105$	$\frac{5000 \times 0,06}{150} = 2$
Tổng cộng	8.055 đồng	10.392 đồng

Như vậy là dùng giàn giáo co rút thay thế giàn giáo treo để hoàn thiện 1000m<sup>2</sup> mặt nhà thì sẽ tiết kiệm được:

$$10392 - 8055 = 2337 \text{ đồng}$$

Hiệu quả kinh tế tính với khối lượng 225 ngàn m<sup>2</sup>/năm là:

$$H = 2337 \times 225 = 525.800 \text{ đồng}$$

**Bài 4.4: Chọn cần trục lắp ghép nhà ở**

*Chọn cần trục để lắp ghép nhà ở năm tầng làm bằng các tấm bê tông lớn, với tường dọc chịu lực.*

*Kích thước nhà như sau: dài 72,2m, rộng 11,5m, cao 13,6m. Các cấu kiện lắp ghép cho trong bảng 4.5.*

**Cách giải:**

*A - Chọn cần trục theo các thông số cấu lắp*

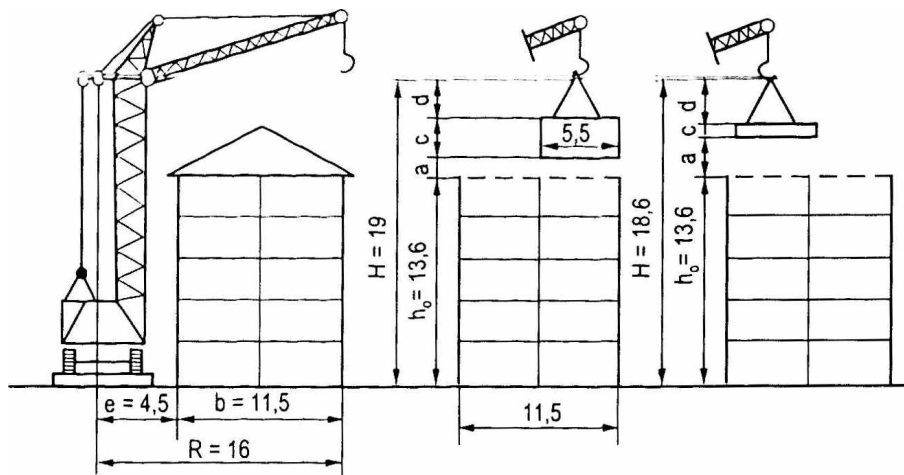
1. Phương án cần trục tháp (hình 4.1)

Khoảng cách tối thiểu e từ trục đường cần trục đến tường nhà tạm lấy là 4,5m, sau này sẽ chỉnh lí lại.



**Bảng 4.5**

Tên các cấu kiện	Số lượng	Trọng lượng (tấn)
Tấm tường ngoài, diện tích $8,5\text{m}^2$	354	2,13
Tấm tường trong, diện tích $14,3\text{m}^2$ ( $5,5 \times 26$ )	445	4,4
Tấm sàn, dài 5m, diện tích $18\text{m}^2$	292	4,3
Tấm bậc thang và chiếu nghỉ	64	1,17
Tấm ban công	128	0,96
Khối thông hơi	116	1,14
Lanhtô	130	0,5
Tấm vách ngăn, diện tích $10\text{m}^2$	160	0,73
Tổng cộng	1689	-



**Hình 4.1**

- Độ với tối thiểu của cần trục tháp là:

$$R = e + b = 4,5 + 11,5 = 16\text{m}$$

$b$  - chiều rộng nhà

- Chiều cao nâng móc cầu tối thiểu của cần trục xác định bằng điều kiện lắp ráp được tấm tường trong và tấm sàn thượng:

$$H = h_0 + a + c + d$$

$$H = 13,6 + 1 + 2,6 + 1,8 = 19\text{m}$$

$$H = 13,6 + 2 + 0,1 + 2,9 = 18,6\text{m}$$

Chiều cao  $a = 2\text{m}$  khi lắp tấm sàn thượng là để đảm bảo an toàn cho người công nhân đứng làm việc trên sàn đó.

Trọng tải cần trục phải đảm bảo lắp được tấm tường ngoài, tấm tường trong và tấm sàn.

Khi lắp tường ngoài, thì sức cẩu  $Q$  và độ với  $R$  phải là:

$$Q = 2,1 \text{ tấn}; \quad R = 16\text{m}$$

Khi lắp tường trong:  $Q = 4,4 \text{ tấn}; \quad R = \frac{11,5}{2} + 4,5 = 10,25\text{m}$

Khi lắp tấm sàn:  $Q = 4,3 \text{ tấn}; \quad R = 11,5 \times \frac{3}{4} + 4,5 = 13,1\text{m}$

Như vậy cần trục tháp phải có các thông số kĩ thuật sau:

- Độ với  $R \geq 16\text{m}$ ;
- Chiều cao nâng móc cẩu:  $H \leq 19\text{m}$
- Sức cẩu  $Q \geq 2,13 \text{ tấn}$ , ở độ với  $16\text{m}$   
và  $Q \geq 4,3 \text{ tấn}$ , ở độ với  $13,1\text{m}$ .

Đáp ứng được các điều kiện trên, có những cần trục tháp sau:

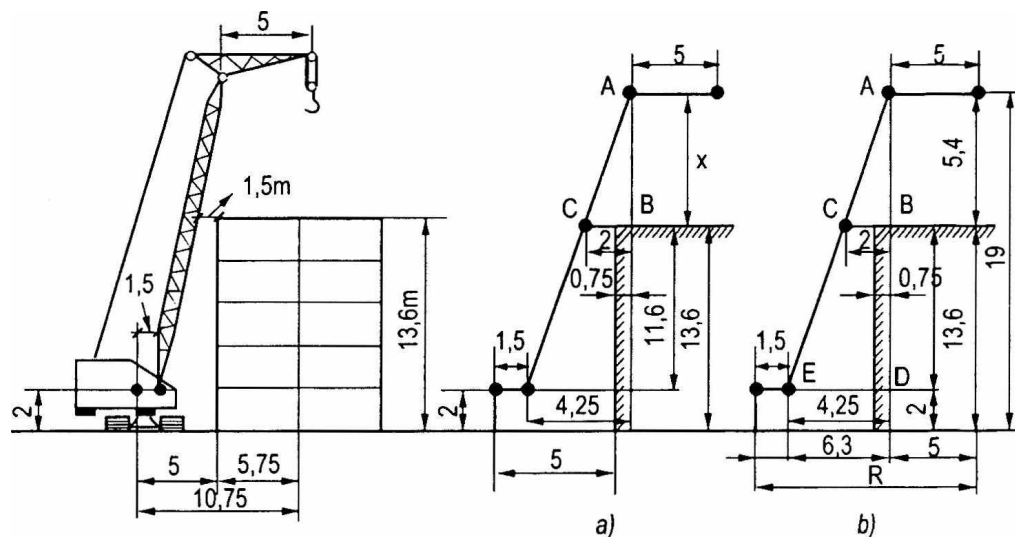
M-3-5-5A      MCK-3-50/20      MCK-5-20      MBTK-80

## 2. Phương án cần trục tự hành (hình 4.2)

Chọn cần trục tự hành bánh xích hay bánh hơi có mỏ cần dài  $5\text{m}$  để lắp được các tấm tường trong.

a) Ta xét vị trí thứ nhất của cần trục

Để đảm bảo điều kiện an toàn, trục quay của máy cách chân tường ngoài tối thiểu là  $5\text{m}$ .



Hình 4.2

Khi này độ vớt tối thiểu của tay cần là:

$$R_{\min} = 5 + 5,75 = 10,75\text{m}$$

Sức cầu của cần trục phải lớn hơn 4,4 tấn lực.

Tay cần phải cách mép trên tường ngoài ít nhất là 1,5m.

Các thông số khác của cần trục xác định bằng vẽ sơ đồ hình 4.2a, đảm bảo khoảng cách tối thiểu từ chân tường trong đến trục quay cần trục đúng là 10.75m.

Theo sơ đồ chiều cao nâng móc cầu là  $H = 13,6 + x$ .

Trị của  $x$  xác định theo sự đồng dạng của hai tam giác ABC và ADE:

$$\frac{4,25}{2} = \frac{11,6x}{x}$$

$$x = 10,3\text{m}$$

$$H = 13,6 + 10,3 = 23,9\text{m}$$

Chiều dài tay cần:  $L = \sqrt{(11,6 + 10,3)^2 + 4,25^2} = 22,3\text{m}$

b) Ta xét vị trí thứ hai của cần trục

Chiều cao nâng móc cầu tối thiểu của cần trục bằng:

$$H_{\min} = 13,6 + 1 + 2,6 + 1,8 = 19\text{m}$$

Các thông số khác được xác định bằng vẽ sơ đồ hình 4.2b. Đoạn  $ED = y$  được xác định bằng:

$$\frac{y}{2} = \frac{(13,6 - 2) + 5,4}{5,4} = \frac{17}{5,4}$$

từ đó:  $y = 6,3\text{m}$ .

Độ vớt tay cần:  $R = 6,3 + 1,5 + 5 = 12,8\text{m}$

Chiều dài tay cần:  $L = \sqrt{6,3^2 + 17^2} = 18,3\text{m}$

Các thông số cấu lắp của cần trục khi nó đứng ở các vị trí biên tóm tắt trong bảng 4.6.

**Bảng 4.6**

Vị trí cần trục	Độ vớt R	Chiều cao móc cầu H	Chiều dài tay cần L	Sức trục Q (tấn - lực)
	m			
Có độ vớt tối thiểu $R_{\min}$	10,75	23,9	22,3	4,4
Có chiều cao nâng móc cầu tối thiểu $H_{\min}$	12,8	19	18,3	4,4

Đáp ứng được các thông số này, có những cần trục tự hành sau:

Cần trục bánh xích CKG-25 có cần 25m và có mỏ.

Cần trục bánh hơi K-252 có mỏ cần.

Trường hợp sử dụng các cần trục tự hành không có mỏ cần, thì phải tính toán lại các thông số cầu lắp. Ở đây không nêu cách tính, nhưng kết quả tính toán các thông số được tóm tắt trong bảng 4.7.

**Bảng 4.7**

Độ vơi R (m)	Chiều cao móc (H)	Chiều dài cần L (m)
1075	33,2	32
13	26,3	27,8
14	24,4	26,4
15	23,1	25,8
16	22,1	25,4

Đáp ứng được các thông số ấy có các cần trục bánh xích:

E-2001, E-2002, E-2006

**B - Chọn cần trục theo các chỉ tiêu kinh tế**

**1. Xác định số ca máy lắp ghép các cấu kiện (bảng 4.8)**

**Bảng 4.8**

Tên cấu kiện	Số lượng	Định mức (giờ - máy)	Tổng cộng (giờ - máy)
Tấm tường ngoài	354	0,35	124,5
Tấm tường trong	445	0,35	156,1
Tấm sàn	292	0,34	99,3
Tấm bậc thang và chiếu nghỉ	64	0,53	34,6
Tấm ban công	128	0,58	74,2
Khối thông hơi	116	0,41	47,1
Lanhtô	130	0,26	33,8
Tấm vách ngăn	160	0,26	41,6
<b>Tổng cộng</b>			
		Giờ máy	569,6
		Ca máy	$\frac{569,6}{8 \times 0,85} = 83$

2. Tính chi phí sử dụng các loại cần trục

Áp dụng công thức:

$$C = E + \frac{G_{\text{năm}} T}{T_{\text{năm}}} + G_{\text{ca}} \times T$$

E - chi phí cho một lần sử dụng máy;

$G_{\text{năm}}$  - tiền khấu hao hàng năm;

$G_{\text{ca}}$  - chi phí khai thác mỗi ca máy;

$T_{\text{năm}}$  - số ca làm việc của cần trục trong năm;

T - số ca làm việc của cần trục ở công trường

**Bảng 4.9**

Mã hiệu cần trục	Chi phí một lần (ngàn đồng)			$G_{\text{năm}}$ (ngàn đồng)	$G_{\text{ca}}$ (ngàn đồng)	$T_{\text{năm}}$ (ca)
	Di chuyển	Tháo lắp	Tổng cộng			
M-3-5-5A	26,7	51,1	77,8	316,0	1,10	400
MCK-3-5/-20	3,5	11,6	15,1	279,2	1,94	400
MCK-5-20	4,4	10,8	15,2	302	2,04	400
MBTK-80	18,6	39,2	57,8	326	2,20	400
CKG-25	8,9	7,7	16,6	471	1,91	400
K-252	2,46	8,8	11,2	444	2,73	400
E-2001	9,1	10,9	20,0	475,2	3,21	400

Thời gian lắp ghép  $T = 83$  ca.

Tính chi phí sử dụng mỗi loại cần trục:

$$\text{M-3-5-5A...} \quad 77,8 + \frac{316 \times 83}{400} + 1,1 \times 83 = 233,3 \text{ ngàn}$$

$$\text{MCK-3-5/20...} \quad 15,1 + \frac{279 \times 83}{400} + 1,94 \times 83 = 234 \text{ ngàn}$$

$$\text{MCK-5-20...} \quad 15,2 + \frac{302 \times 83}{400} + 2,04 \times 83 = 246,8 \text{ ngàn}$$

$$\text{MBTK-20...} \quad 57,8 + \frac{326 \times 83}{400} + 2,2 \times 83 = 207,4 \text{ ngàn}$$

$$\text{CKG-25... } 16,6 + \frac{471 \times 83}{400} + 1,91 \times 83 = 273,2 \text{ ngàn}$$

$$\text{K-252... } 11,2 + \frac{440 \times 83}{400} + 2,73 \times 83 = 329,9 \text{ ngàn}$$

$$\text{E-2001... } 20 + \frac{485 \times 83}{400} + 3,21 \times 83 = 384,5 \text{ ngàn}$$

### 3. Tính chi phí làm đường cần trục

Chỉ cần làm đường cho cần trục tháp ở về một phía của công trình; ở đây phải đặt 7 đoạn đường ray, mỗi đoạn dài 12,5m.

Đối với những cần trục tự hành bánh xích phải làm đường đất san phẳng chạy chung quanh ngôi nhà.

Đối với những cần trục bánh hơi thì đường còn phải rải một lớp xỉ hay đá dăm dày 15cm.

Chiều dài đường cho các cần trục tự hành khi này là:  $(80 + 14)2 \approx 190\text{m}$ .

Chi phí làm đường và tháo dỡ đường (kể cả khấu hao và bảo dưỡng) cho trong phụ lục 1.

$$\text{M-3-5-5A... } 28,5 \times 7 = 199,5 \text{ ngàn đồng}$$

$$\text{MCK-3-5/20... } 22,6 \times 7 = 158,2 \text{ ngàn đồng}$$

$$\text{MCK-5-20... } 24,0 \times 7 = 168,0 \text{ ngàn đồng}$$

$$\text{MBTK-80... } 26,8 \times 7 = 187,6 \text{ ngàn đồng}$$

$$\text{CKG-25 và E-2001... } 0,52 \times 19 = 9,9 \text{ ngàn đồng}$$

$$\text{K-252... } 1,5 \times 19 = 27,7 \text{ ngàn đồng}$$

### 4. Tính tổng chi phí sử dụng cần trục lắp ghép

$$\text{M-3-5-5A... } 233,3 + 199,5 = 432,8 \text{ ngàn đồng}$$

$$\text{MCK-3-5/20... } 234 + 158,2 = 392,2 \text{ ngàn đồng}$$

$$\text{MCK-5-20... } 246,8 + 168 = 414,8 \text{ ngàn đồng}$$

$$\text{MBTK-80... } 207,4 + 187,6 = 394,4 \text{ ngàn đồng}$$

$$\text{CKG-25... } 273,2 + 9,9 = 283,1 \text{ ngàn đồng}$$

$$\text{K-252... } 329,9 + 27,7 = 356,6 \text{ ngàn đồng}$$

$$\text{E-2001... } 384,5 + 9,9 = 394,4 \text{ ngàn đồng}$$

Như vậy sử dụng cần trục tự hành bánh xích CKG-25 là có lợi nhất.

Cần chú ý là chi phí sử dụng cần trục tháp thường thấp hơn chi phí sử dụng các cần trục tự hành, nhưng chi phí làm đường cho cần trục tháp lại quá lớn, nên ảnh hưởng đến kết quả cuối cùng.

### **Bài toán 4.5: Chọn cần trục lắp ghép nhà công nghiệp**

*Xây dựng một nhà máy cơ khí với diện tích  $18000m^2$ , người ta đã thiết lập được bốn phương án thi công lắp ghép các cấu kiện bê tông cốt thép bằng nhiều loại cần trục khác nhau như sau:*

Phương án 1:

Cần trục CKG-25...  $93 \times 2 = 186$  ca máy

Cần trục E.1003...  $30 \times 2 = 60$  ca máy

Thời gian lắp ghép  $T = 101$  ngày

Phương án 2:

Cần trục CKG-25...  $66 \times 2 = 132$  ca máy

Cần trục E.1003...  $57 \times 2 = 114$  ca máy

Thời gian lắp ghép  $T = 68,5$  ngày

Phương án 3:

Cần trục CKG-25...  $66 \times 2 = 132$  ca máy

Cần trục E.505...  $41 \times 2 = 82$  ca máy

Cần trục K-255...  $16 \times 2 = 32$  ca máy

Thời gian lắp ghép  $T = 68,5$  ngày

Phương án 4:

Cần trục CKG-25 (số 1)...  $40 \times 2 = 80$  ca máy

Cần trục CKG-25 (số 2)...  $26 \times 2 = 52$  ca máy

Cần trục E.505...  $41 \times 2 = 82$  ca máy

Cần trục K-255...  $16 \times 2 = 32$  ca máy

Thời gian lắp ghép  $T = 49$  ngày

Tổng thời gian xây dựng nhà máy kể cả việc lắp đặt thiết bị công nghệ ấn định là 18 tháng hay 1,5 năm.

Thời gian xây dựng các phần nằm dưới mặt đất của công trình là 4 tháng.

Thời gian lắp đặt thiết bị công nghệ của nhà máy do một đơn vị lắp máy chuyên nghiệp đảm nhận là 10 tháng. Việc lắp ráp các thiết bị này chỉ tiến hành được sau khi đã lắp ghép xong các kết cấu bê tông cốt thép.

Thời gian dành cho công tác lắp ghép công trình chỉ còn là  $18 - (4 + 10) = 4$  tháng. Thời gian này đủ để thực hiện phương án 1, có thời gian lắp ghép dài nhất.

- Vốn đầu tư cho xây dựng theo dự toán là: 47.730 ngàn. Trong đó:

Trực tiếp phí xây dựng phần ngầm là: 8.530 ngàn

Trực tiếp phí cho lắp ghép nhà là: 29.650 ngàn

Trực tiếp phí cho hoàn thiện nhà là: 9.550 ngàn

Quy ước vốn đầu tư cho xây dựng được phân phối đều trong suốt thời gian thi công.

Phụ phí cho thi công xây lắp lấy bằng 16,7% tổng trực tiếp phí.

Yêu cầu xác định xem phương án lắp ghép nào trong số bốn phương án nêu trên là kinh tế nhất ở mấy mức độ sau:

- a) Mức độ công trường (theo tổng trực tiếp phí)
- b) Mức độ công ty (có tính cả các phụ phí)
- c) Mức độ nền kinh tế quốc dân (có tính cả hiệu quả kinh tế do rút ngắn thời gian xây dựng)...

### ***Cách giải:***

#### ***1. So sánh các phương án theo tổng các trực tiếp phí***

Tính chi phí sử dụng các cần trục theo công thức:

$$C = E + \frac{G_{\text{năm}}}{T_{\text{năm}}} T + G_{\text{ca}} \times T$$

với: E - chi phí cho một lần sử dụng máy;

$G_{\text{năm}}$  - tiền khấu hao máy hàng năm;

$G_{\text{ca}}$  - chi phí khai thác mỗi ca máy;

$T_{\text{năm}}$  - số ca làm việc ấn định trong năm;

T - số ca máy làm việc tại công trường.

Những số liệu này lấy trong phụ lục 1; riêng các trị số của T đã cho ở trên.

Tập hợp các số liệu tính toán trong bảng 4.10.



**Bảng 4.10**

Mã hiệu cần trục	E (ngàn đồng)	G <sub>năm</sub> (ngàn đồng)	T <sub>năm</sub> (ca- máy)	G <sub>ca</sub> (ngàn đồng)	T (ca máy)			
					Phương án			
					1	2	3	4
CKG-25 (số 1)	16,6	471	400	1,915	186	132	132	80
CKG-25 (số 2)	16,6	471	400	1,915	-	-	-	52
E-1003	15,4	273,5	400	2,035	60	114	-	-
E-505	7,9	174,5	400	1,883	-	-	28	82
K-255	12,24	295,5	400	2,160	-	-	32	32

Phương án 1:

$$\text{CKG-25...} \quad C_1 = 16,6 + \frac{471}{400} \times 186 + 1,915 \times 186 = 591,80 \text{ ngàn}$$

$$\text{E-1003...} \quad C_2 = 15,4 + \frac{273,5}{400} \times 60 + 2,035 \times 60 = 178,52 \text{ ngàn}$$

Tổng cộng: 770,32 ngàn

Phương án 2:

$$\text{CKG-25...} \quad C_3 = 16,6 + \frac{471}{400} \times 186 + 1,915 \times 132 = 424,81 \text{ ngàn}$$

$$\text{E-1003...} \quad C_4 = 15,4 + \frac{273,5}{400} \times 114 + 2,035 \times 114 = 325,34 \text{ ngàn}$$

Tổng cộng: 750,15 ngàn

Phương án 3:

$$\text{CKG-25...} \quad C_5 = 16,6 + \frac{471}{400} \times 132 + 1,915 \times 132 = 424,81 \text{ ngàn}$$

$$\text{E-505...} \quad C_6 = 7,9 + \frac{174,2}{400} \times 82 + 1,883 \times 82 = 198,01 \text{ ngàn}$$

$$\text{K-255...} \quad C_7 = 12,24 + \frac{295,5}{400} \times 32 + 2,16 \times 32 = 105,00 \text{ ngàn}$$

$$C_8 = \frac{174,2}{400} \times 32 = 13,92 \text{ ngàn}$$

Tổng cộng: 747,75 ngàn

Cần trục E-505 phải nghỉ việc trong 16 ngày hay 32 ca, vậy phải tính khấu hao trong những ngày nghỉ việc đó:

Phương án 4:

$$\text{CKG-25 (số 1)... } C_9 = 16,6 + \frac{471}{400} \times 80 + 1,915 \times 80 = 263,80 \text{ ngàn}$$

$$\text{CKG-25 (số 2)... } C_{10} = 16,6 + \frac{471}{400} \times 52 + 1,915 \times 132 = 177,41 \text{ ngàn}$$

$$\text{E-505... } C_{11} = 7,9 + \frac{174,2}{400} \times 82 + 1,883 \times 82 = 198,01 \text{ ngàn}$$

$$\text{K-255... } C_{12} = 12,24 + \frac{295,5}{400} \times 32 + 2,16 \times 32 = 105,00 \text{ ngàn}$$

Cần trục E-505 nghỉ việc 4 ngày

$$C_{13} = \frac{174,2}{400} \times 8 = \underline{3,45 \text{ ngàn}}$$

Tổng cộng: 747,75 ngàn

Trong số bốn phương án trên, thì trực tiếp phí của phương án 3 là nhỏ nhất.

Do khối lượng lắp ghép là một, định mức lắp ghép giống nhau, nên số công lao động của cả bốn phương án đều bằng nhau, vậy khi so sánh các phương án ta không xét chi phí tiền công.

## 2. Ảnh hưởng của thời gian xây lắp đến, các phụ phí

Ở đây xét tính kinh tế của các phương án ở mức độ công ty xây lắp.

Khi rút ngắn thời gian xây dựng thì thành phần không đổi của các phụ phí cũng giảm theo; thành phần này chiếm khoảng 60% của tổng phụ phí.

Giảm thời gian lắp ghép kết cấu công trình không ảnh hưởng gì đến thời gian lắp ráp các thiết bị công nghệ, do một đơn vị thi công khác thực hiện.

Trực tiếp phí của công tác xây dựng là: 47.730 ngàn (trang 126).

Phụ phí (16,7%) của phương án 1 là:  $47.730 \times 0,167 = 7.875,4$  ngàn.

Lấy phụ phí này làm chuẩn để so sánh với các phương án khác:

- Thời gian xây dựng theo phương án 1 là 18 tháng.

Thời gian xây dựng theo phương án 2 và 3 giảm:

$$101 - 69 = 32 \text{ ngày hay } \frac{32}{25} = 1,3 \text{ tháng}$$

- Vậy thời gian xây dựng của phương án 2 và 3 là:  $18 - 1,3 = 16,7$  tháng.

Thời gian xây dựng của phương án 4 giảm:

$$101 - 49 = 52 \text{ ngày, hay } \frac{52}{25} \approx 2 \text{ tháng}$$

Vậy thời gian xây dựng của phương án 4 là:  $18 - 2 = 16$  tháng.

Thành phần không đổi của các phụ phí (PP):

trong phương án 1 là:  $PP1 = 0,6 \times 7875,4 = 4720$  ngàn

trong phương án 2 và 3 là:  $PP3 = 4720 \times \frac{16,7}{18} = 4390$  ngàn

trong phương án 4 là:  $PP4 = 4720 \times \frac{16}{18} = 4200$  ngàn

Như vậy phương án 4 so với phương án 3 tiết kiệm được trong phần phụ phí số tiền là:

$$4390 - 4200 = 190 \text{ ngàn}$$

Nhưng trực tiếp phí của phương án 4 lại lớn hơn trực tiếp phí của phương án 3 là:

$$747,67 - 741,75 = 5,92 \text{ ngàn} \approx 6 \text{ ngàn}$$

Nếu tính cả các phụ phí thì phương án 4 tiết kiệm hơn phương án 3 một số tiền là:

$$190 - 6 = 184 \text{ ngàn}$$

### 3. Ảnh hưởng của thời gian xây dựng đến vốn đầu tư chưa phát huy tác dụng

Ở đây xét tính kinh tế của các phương án ở mức độ nền kinh tế quốc dân.

Vốn đầu tư được phân phối đều hòa trong từng ba giai đoạn thi công là:

Thi công phân công trình ngầm;

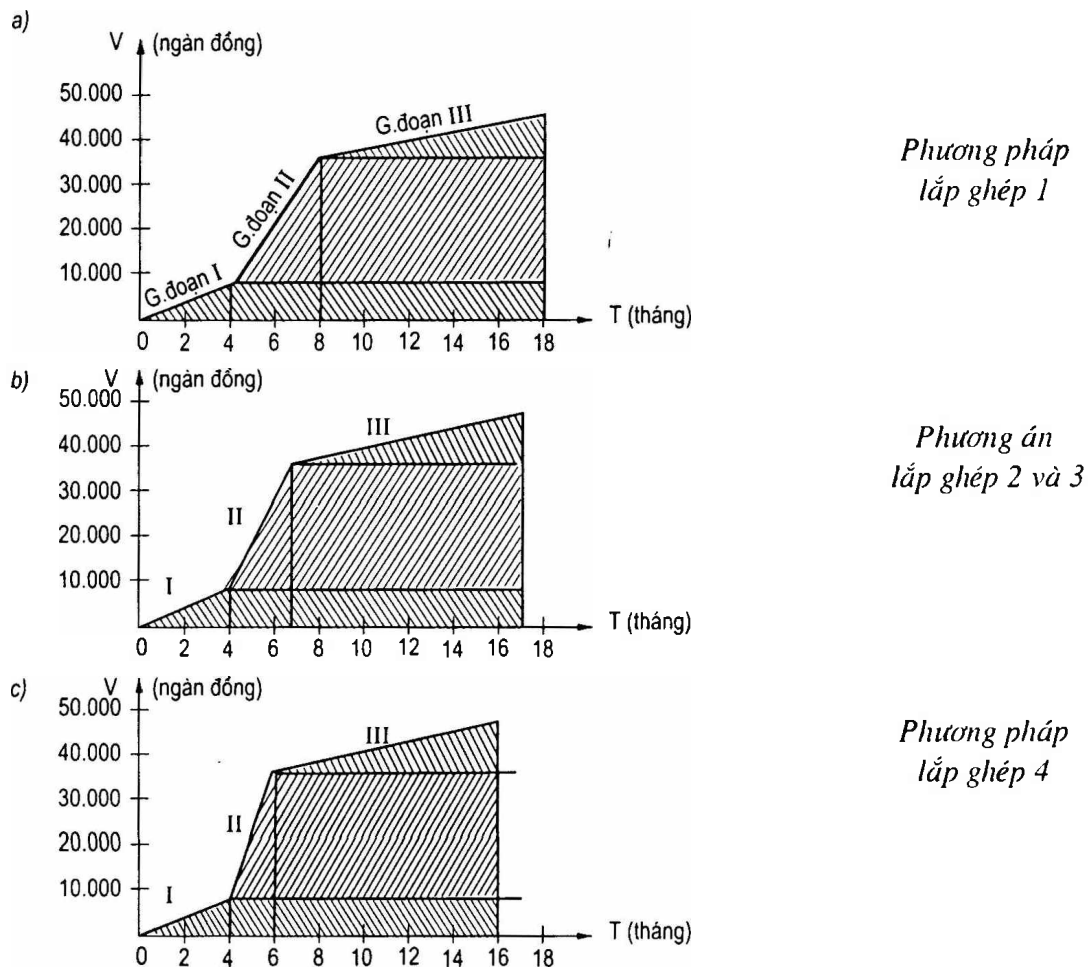
Lắp ghép kết cấu nhà;

Lắp ráp thiết bị công nghệ và các công việc khác.

Tập hợp các số liệu cho trước trong bảng 4.11.

**Bảng 4.11**

Các giai đoạn	Trực tiếp phí theo dự toán (ngàn đồng)	Thời gian thi công (tháng)		
		Phương án		
		1	2 và 3	4
Thi công phân ngầm	8530	4	4	4
Lắp ghép kết cấu nhà	29650	4	2,7	2
Lắp ráp thiết bị và các công việc khác	9550	10	10	10
Tổng cộng	47730	18	16,7	16



Hình 4.3: Các sơ đồ phân phối vốn đầu tư

\* Hãy so sánh phương án 3 và 4.

- Phương án 3 (hình 4.3b)

Lấy tích số giữa khối lượng công việc tính bằng tiền với thời gian số tiền đó chưa phát huy tác dụng.

+ Trong giai đoạn I

Vốn đầu tư 8530 ngàn đồng sau 14,7 tháng mới phát huy tác dụng

$$K_1 = 8530(2 + 2,7 + 10) = 8530 \times 14,7$$

Tổn thất cho nền kinh tế quốc dân, khi hệ số hiệu quả (tiền lời hàng năm)  $E = 0.17$  là:

$$TT_1 = 0,17 \times 8530 \times \frac{14,7}{12} = 1776 \text{ ngàn}$$

+ Trong giai đoạn II

$$K_2 = 29650 \left( \frac{2,7}{2} + 10 \right) = 29650 \times 11,35$$

$$TT_2 = 0,17 \times 29650 \times \frac{11,35}{12} = 4767 \text{ ngàn}$$

+ Trong giai đoạn III:

$$K_3 = 9550 \times 5$$

$$TT_3 = 0,17 \times 9550 \times \frac{5}{12} = 676 \text{ ngàn}$$

Tổng tổn thất đối với nền kinh tế quốc dân của phương án 3 là:

$$1776 + 4767 + 676 = 7219 \text{ ngàn}$$

- Phương án 4 (hình 4.3c)

$$K_1 = 8530 \times 14$$

$$TT_1 = 0,17 \times 8530 \times \frac{14}{12} = 1692 \text{ ngàn}$$

$$K_2 = 29650 \times 11$$

$$TT_2 = 0,17 \times 29650 \times \frac{11}{12} = 4620 \text{ ngàn}$$

$$K_3 = 9550 \times 5$$

$$TT_3 = 0,17 \times 9550 \times \frac{5}{12} = 676 \text{ ngàn}$$

Tổng tổn thất:  $1692 + 4620 + 676 = 6988 \text{ ngàn}$

Theo tính toán thì thấy: do rút ngắn thời gian xây dựng của phương án 4 nhiều hơn so với phương án 3, ta tiết kiệm thêm cho nền kinh tế quốc dân số tiền là:

$$7219 - 6988 = 231 \text{ ngàn}$$

Tổng số tiền tiết kiệm được do áp dụng phương án 4 là:

$$184 + 231 = 415 \text{ ngàn}$$

#### **Bài toán 4.6: Kết hợp giải pháp cấu tạo và giải pháp thi công**

*Người ta định thay thế loại móng đúc sẵn của một nhà công nghiệp bê tông cốt thép lắp ghép bằng loại móng đúc tại chỗ. Hãy xét hiệu quả kinh tế của ý định này.*

Các số liệu cho trước:

Nhà máy cơ khí này có giá thành dự toán là 700 triệu đồng. Kế hoạch là phải thi công xong 26.000 chiếc móng cột trong thời gian 1 năm.

Thể tích mỗi móng đúc sẵn là  $1,87\text{m}^3$ .

Thể tích mỗi móng đúc tại chỗ là  $2\text{m}^3$ , với lượng cốt thép là  $50\text{ kg/m}^3$ , diện tích cốt pha là  $8\text{m}^2$  cho một móng; đổ bê tông móng bằng các cần trục ô tô K-32.

Các móng đúc sẵn được lắp ghép bằng 10 cần trục E-801. Thời gian xây dựng nhà máy với các móng lắp ghép sẽ rút ngắn được 4 tháng so với thời gian đúc móng.

Sử dụng các móng đúc sẵn thì trực tiếp phí sẽ tăng, nhưng công lao động tại công trường lại giảm; tiền công, các phụ phí và thời gian thi công đều giảm. Vậy khi xét hiệu quả kinh tế ta phải xét tất cả các yếu tố này.

### Cách giải:

#### 1. Xác định khối lượng công việc

a) Khi đúc móng:  $A_1 = 26.000 \times 2 = 52.000\text{m}^3$

b) Khi lắp móng:  $A_2 = 26.000 \times 1,87 = 48.500\text{m}^3$

#### 2. Xác định công lao động và tiền lương cơ bản

##### a) Khi đúc móng

Đúc móng có bốn quá trình công tác:

- Ghép cốt pha:  $8\text{m}^2$
- Đặt cốt thép:  $0,05 \times 2 = 0,1$  tấn
- Đúc bê tông:  $2\text{m}^3$
- Dỡ cốt pha:  $8\text{m}^2$

Bảng 4.12 tính công lao động và tiền công cho một móng.

**Bảng 4.12**

Các quá trình công tác	Đơn vị đo lường	Khối lượng công việc	Công lao động (giờ-công)		Tiền công (đồng)	
			Cho 1 đơn vị	Cho cả khối lượng	Cho 1 đơn vị	Cho cả khối lượng
Ghép cốt pha...	$\text{m}^2$	8	0,74	5,92	30,7	255,6
Đặt cốt thép...	tấn	0,1	1,00	0,10	40	4,0
Đúc bê tông	$\text{m}^3$	2	0,44	0,88	19	38,0
Tháo cốt pha	$\text{m}^2$	8	0,22	1,76	9,2	73,6
Tổng cộng				8,57		371,22

Tổng số công lao động:  $m_1 = \frac{26.000 \times 8,57}{7} = 31850$  ngày công

Tổng tiền công:  $L_1 = 26.000 \times 371 = 9.560.000$  đồng

*b) Khi lắp móng*

Định mức lắp một móng dưới 5 tấn: 2,6 giờ công và tiền công là 116 đồng.

Tổng số công lao động:  $m_2 = \frac{2,6}{7} \times 26.000 = 9660$  ngày công

Tổng tiền công:  $L_2 = 116 \times 26.000 = 3.016.000$  đồng

**3. Xác định thời gian thi công các móng**

*a) Khi đúc móng*

Thời gian thi công đúc móng là  $t_1 = 1$  năm (theo đầu bài).

Số ngày làm việc trung bình trong một năm là: 285 ngày

Số công nhân cần có trong ngày:  $N = \frac{m_1}{285} = \frac{31850}{285} = 112$  người

Mỗi ngày làm 2 ca, thì trong mỗi ca có 56 người. Tổ chức họ thành những tổ hỗn hợp gồm 14 người một tổ, thì số tổ trong mỗi ca là  $\frac{56}{14} = 4$ . Mỗi tổ được phục vụ bởi một cần trục ôtô K-32.

*b) Khi lắp móng*

Thời gian thi công lắp móng xác định theo điều kiện cho trước của bài toán, bằng 10 cần trục lắp ghép E-801.

Tổ thợ lắp ghép với cần trục này gồm 3 người. Nếu mỗi ngày làm 2 ca, thì số công nhân trong ngày sẽ là:

$$10 \times 3 \times 2 = 60 \text{ người}$$

Thời gian lắp móng là:  $t_2 = \frac{9660}{60} = 161$  ngày (hay  $\frac{161}{285} = 0,565$  năm)

**4. Tính trực tiếp phí và chi phí máy**

*a) Khi đúc móng*

Trực tiếp phí cho  $1m^3$  bê tông đúc móng là:

$$C_1 = C_d + C_b + C_a = 375 + 1520 + 0,05 \times 15900 = 2690 \text{ đồng}$$

trong đó:  $C_d$  - trực tiếp phí cho việc đúc bê tông toàn khối (không tính giá tiền cốt thép và bê tông);

$C_b$  - tiền bê tông chở đến hiện trường (khối lượng bê tông  $1,015m^3$ , mác bê tông 200, khoảng cách chuyên chở 5km);

$C_a$  - tiền cốt thép tính cho  $1m^3$  móng có  $50 kg/m^3$ , với giá 1 tấn thép là 15900 đồng.

Trị giá một cần trục ô tô K-32 là: 603.500 đồng.

*b) Khi lắp móng*

Trực tiếp phí cho  $1m^3$  móng lắp là:

$$C_2 = C_l + C_v + C_m = 314 + 340 + 2600 = 3254 \text{ đồng};$$

trong đó:  $C_l$  - chi phí lắp ghép các móng bê tông cốt thép, nặng trên 5 tấn;

$C_v$  - chi phí vận chuyển móng đi xa 5km;

$C_m$  - giá bán sỉ một khối móng cột có lượng cốt thép  $50kg/m^3$ .

Trị giá cần trục E-801 là 1.989.000 đồng.

**5. Tính các chi phí quy đổi của các phương án (có xét tới lãi định mức)**

Áp dụng công thức:

$$Q = C + EVT$$

Q - chi phí quy đổi;

C - trực tiếp phí;

E - lãi định mức (lấy bằng 6% vốn đầu tư);

V - giá trị vốn đầu tư (là giá trị của các máy dùng để thi công móng);

T - thời gian thi công, tính theo năm.

*a) Khi đúc móng*

$$\begin{aligned} Q_1 &= A_1 C_1 + E V_1 T_1 = 52000 \times 2690 + 0,06 \times 4 \times 603500.1 \\ &= 139.880.000 + 144.700 = 140.024.700 \text{ đồng} \end{aligned}$$

trong đó:  $A_1$  - khối lượng bê tông móng đúc tại chỗ ( $m^3$ );

$C_1$  - trực tiếp phí tính cho  $1m^3$  móng đúc;

$V_1$  - trị giá của bốn cần trục ô tô K-32;

$T_1$  - thời gian thi công đúc các móng (1 năm).



b) Khi lắp móng

$$\begin{aligned} Q_2 &= A_2 C_2 + EV_2 T_2 \\ &= 52000 \times 3254 + 0,06 \times 10 \times 1.989.000 \times 0,565 \\ &= 169.208.000 + 675.000 = 169.883.000 \text{ đồng} \end{aligned}$$

6. Tính các phụ phí

a) Thành phần không đổi của các phụ phí tính theo công thức sau:

- Khi đúc móng:

$$P'_1 = 0,6P = 0,6 \times 0,167 \times 2690 \times 52.000 = 14.020.000 \text{ đồng}$$

- Khí lắp móng:

$$P''_2 = 0,6 \times \frac{P}{t_1} \cdot t_2 = \frac{14.020.000}{1} \times 0,565 = 7.920.000 \text{ đồng}$$

trong đó: P - phụ phí đúc các móng;

0,6 - tỉ lệ thành phần không đổi trong phụ phí;

0,167 - phụ phí được lấy bằng 16,7% trực tiếp phí.

$t_1, t_2$  - thời gian thi công đúc móng và lắp móng tính theo năm.

b) Thành phần phụ phí theo công lao động

- Khi đúc móng:  $P'_1 = 40m_1 = 40 \times 31850 = 1.273.000 \text{ đồng}$

- Khí lắp móng:  $P''_2 = 40m_1 = 40 \times 9660 = 386.000 \text{ đồng}$

c) Thành phần phụ phí theo tiến công

- Khi đúc móng:  $P'_3 = 0,15 \times L_1 = 0,15 \times 9.560.000 = 1.434.000 \text{ đồng}$

- Khí lắp móng:  $P''_3 = 0,15 \times L_2 = 0,15 \times 3.016.000 = 452.000 \text{ đồng}$

7. Tính hiệu quả kinh tế H, do rút ngắn thời gian xây dựng

Giả thiết vốn đầu tư phân bố đều hòa.

$$\begin{aligned} H &= \frac{1}{2} EV(T_1 - T_2) \\ &= \frac{1}{2} \times 0,2 \times 700.000.000 \times \frac{1}{3} = 23.333.300 \text{ đồng} \end{aligned}$$

trong đó: E - hệ số hiệu quả kinh tế của từng ngành, ở đây là ngành cơ khí chế tạo máy, nên lấy  $E = 0,2$ ;

V - giá thành dự toán công trình;

$(T_1 - T_2)$  - thời gian rút ngắn, theo đầu bài là 4 tháng, hay  $1/3$  năm.

**8. So sánh chi phí của hai phương án thi công móng**

**Bảng 4.13**

Các chỉ tiêu dự toán	Đơn vị tính	Móng	
		Đúc	Lắp
Trực tiếp phí	ngàn đồng	139.880	169.208
Lãi định mức	ngàn đồng	144	675
Phụ phí			
thành phần không đổi	ngàn đồng	14020	7920
theo công lao động	ngàn đồng	1273	386
theo tiền công	ngàn đồng	1434	452
Tổng dự toán	ngàn đồng	156.751	178.641
Các chỉ tiêu so sánh khác			
Thời gian thi công	năm	1	0,565
Công lao động	ngày công	31850	9660
Tiền công	ngàn đồng	1434	452,4

## Chương 5

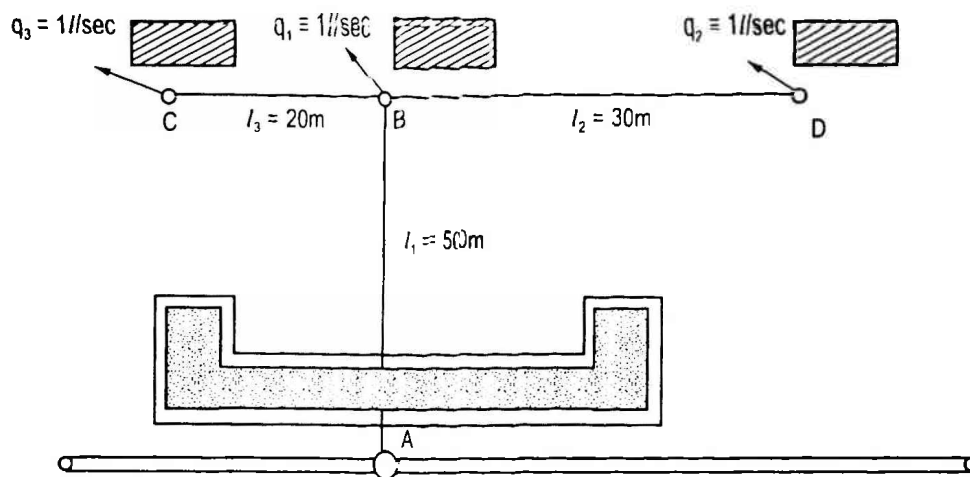
### ĐIỆN, NƯỚC, MẶT BẰNG TIẾN ĐỘ THI CÔNG

#### Bài toán 5.1: Thiết kế mạng đường ống cấp nước thi công

Cho mặt bằng công trường và mạng đường ống cấp nước tạm thời như trong hình 5.1.

Tính đường kính ống cấp, biết rằng cột nước tại điểm cấp A trên mạng lưới đường ống địa phương là  $H_A = 36m$ .

Độ cao của điểm tiêu thụ nước C và D so với điểm cấp A trên mạng đường ống địa phương là:  $h_c = 3m$ ,  $h_d = 2m$ .



Hình 5.1

**Cách giải:**

Tổn thất cột nước trên toàn bộ chiều dài đường ống cấp bằng:

$$H_0 = h_{l,d} + h_{vk} + h_{c,d,h} + 1,2 \sum i l$$

- với
- $h_{l,d}$  - cột nước tự do để chảy tràn, thường lấy là 1m;
  - $h_{vk}$  - tổn thất cột nước ở các van khóa (thường lấy là 2m);
  - $h_{dh}$  - độ chênh lệch địa hình giữa điểm tiêu thụ và điểm cung cấp;
  - $i$  - tổn thất cột nước trên 1m dài đường ống;
  - $l$  - chiều dài đoạn đường ống.

Tổng cộng các tổn thất áp lực nước phải bằng hoặc phải nhỏ hơn cột nước  $H_A$  tại điểm cấp, nghĩa là  $H_A \geq H_0$ .

Để giải bài toán, ban đầu ta hãy chấp nhận:

$$H_A = H_0 \text{ mà } H_A = 36\text{m}$$

- Trên nhánh đường ống ABD ta có:

$$36 = 1 + 2 + 3 + 1,2 \sum i l$$

Từ đó ta rút ra:  $\sum i l = 25\text{m}$  mà  $l = 50 + 30 = 80\text{m}$

vậy:  $i = \frac{25}{80} = 0,313 \text{ m/m hay } 313 \text{ mm/m}$

- Trên nhánh đường ống ABC ta có:

$$36 = 1 + 2 + 2 + 1,2 \sum i l$$

Từ đó rút ra:  $\sum i l = 25,8\text{m}$

$$l = 50 + 20 = 70\text{m}$$

$$i = \frac{25,8}{70} = 0,369 \text{ m/m} = 369 \text{ mm/m}$$

Đến đây phải sử dụng các số liệu trong bảng 5.2 (có in kèm theo) để xác định đường kính ống.

Cách tính đường kính ống trình bày theo bảng 5.1.

**Bảng 5.1**

Nhánh	Đoạn	Lưu lượng (l/s)	Đường kính ống	Lưu tốc nước (m/s)	i (mm/m)	l (m)	il (mm)	Trị số trung bình của i (mm/m)
ABD	1	5	50	2,35	277	50	13850	313
	2	1,5	32	1,58	211	30	6330	
$\sum i l = 20180\text{mm} = 20,2\text{m}$								
ABC	1	5	50	2,35	277	50	13850	369
	3	1	32	1,05	95,7	20	1914	369
$\sum i l = 15764\text{mm} = 15,8\text{m}$								

Áp suất dự trữ trên nhánh ABD:

$$\frac{(36 - 20,2 \times 1,2 - 6)100}{36} = 13\%$$

và trên nhánh ABC: 
$$\frac{(36 - 15,8 \times 1,2 - 5)100}{36} = 33\%$$

Áp suất dự trữ có thể lấy tới 20%, để phòng có thêm các điểm tiêu thụ mới, hoặc các điểm tiêu thụ cũ cần tăng thêm lưu lượng.

Tại nhánh ABC, áp suất dự trữ quá lớn, ta hãy giảm đường kính ống tại đoạn 3 xuống 25mm. Theo bảng 5.2, đối với ống có đường kính 25mm và lưu lượng 1 l/s, thì  $i = 437$  mm/m, lưu tốc  $v = 1,88$  m/s. Trong đoạn này:

$$il = 437 \times 20 = 8470\text{mm}$$

và 
$$\sum il = 13,850 + 8,740 = 22,6\text{m} < 25,8$$

Áp suất dự trữ là: 
$$\frac{(36 - 22,6 \times 1,2 - 5)}{36} = 11\% < 20\%$$

### Bài toán 5.2: Thiết kế mạng điện thi công

Diện tích công trường  $1000 \times 1000\text{m}$ .

Tổng công suất tiêu thụ điện là  $P_t = 120\text{kW}$

Cần bố trí hai trạm biến thế trên mặt bằng công trường (hình 5.2) và mạng lưới bốn đường dây dẫn chính với điện thế 380/220 volt; hệ bốn dây (ba dây nóng và một dây nguội); dây bằng nhôm.

Tải trọng dạng hỗn hợp (vừa chạy máy, vừa thắp sáng) phân bố đều trên các đường dây dẫn chính.

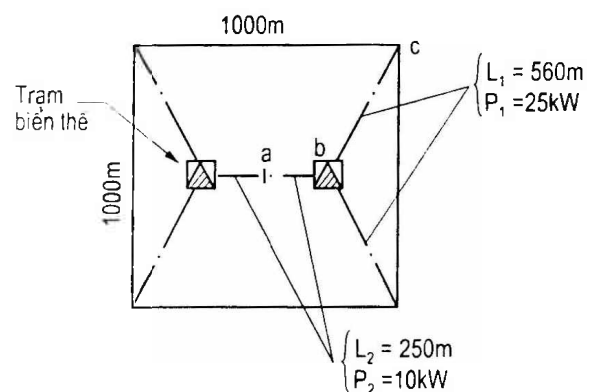
#### Cách giải:

- Tổng công suất các trạm biến thế là:

$$S = \frac{P_t}{\cos \varphi} = \frac{120}{0,7} = 171 \text{ kVa}$$

Công suất của mỗi trạm biến thế là 86kW.

Chọn máy biến thế BT-100/6 có công suất danh hiệu là 100kVa.



Hình 5.2

**Bảng 5.2. Số liệu để tính đường ống thép**

Đường kính ống (mm)																	
15		20		25		32		40		50		70		80		100	
	i	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i
3	98,5	0,31	20,8	-	-	-	-	-	-	-	-						
5	793	0,93	153	0,56	44,2	0,32	10,7	0,24	5,42		-						
8	2202	1,55	411	0,94	113	0,53	26,7	0,4	13,4	0,23	3,74						
				1,88	437	1,05	95,7	0,8	47,3	0,47	12,9	0,28	3,76	0,2	1,64		
				2,82	9,83	1,58	211	1,19	101	0,71	27	0,42	7,72	0,3	3,36		
						2,11	375	1,59	178	0,96	46	0,57	13	0,4	5,62	0,23	1,47
								2,39	400	1,41	99,8	0,85	27,4	0,6	11,7	0,35	2,98
										1,88	177	1,13	46,8	0,81	19,8	0,46	5,01
										2,35	277	1,42	72,3	1,01	30	0,58	7,49
										2,82	399	1,7	104	1,21	42,1	0,69	10,5
												1,99	142	1,41	57,3	0,81	13,9
												2,27	185	1,61	74,8	0,92	17,8
												2,55	234	1,81	94,6	1,04	22,1
												2,84	289	2,01	117	1,15	26,9
														2,42	168	1,39	38,5

Tải trọng trên 1m dài đường dây là:

$$q = \frac{120}{560 \times 4 + 250 \times 2} = 0,043 \text{ kW/m}$$

• Tiết diện đoạn dây (b-c) xác định như sau:

- Tính tổng mômen tải:

$$\Sigma Pl = \frac{qL_1^2}{2} = \frac{0,043 \times 560^2}{2} = 6740 \text{ kW.m}$$

- Tính tiết diện dây dẫn (đường ba pha) bằng công thức:

$$s = \frac{100 \Sigma Pl}{k \cdot U_d^2 \cdot \Delta u}$$

với:  $U_d$  - điện thế dây (V);

$\Delta u$  - độ sụt điện thế cho phép, tính cho số phần trăm;

k - điện dẫn suất (của nhôm k = 34,5; của đồng k = 57; của thép k = 10).

$$S = \frac{100 \times 6740 \times 10^3}{34,5 \times 380^2 \times 2} = 27,1 \text{ mm}^2$$

Theo bảng 5.3, ta chọn dây nhôm A-35, có tiết diện 35mm<sup>2</sup>.

**Bảng 5.3. Số liệu để chọn tiết diện dây theo cường độ dòng điện**

Dây nhôm		Dây đồng		Dây thép	
Tiết diện (mm <sup>2</sup> )	Cường độ (a)	Tiết diện (mm <sup>2</sup> )	Cường độ (a)	Tiết diện (mm <sup>2</sup> )	Cường độ (a)
16	105	4	60	φ4mm	35
25	135	6	75	φ5mm	40
35	170	10	110	φ6mm	60
50	215	16	150	35mm <sup>2</sup>	80
70	265	25	205	50mm <sup>2</sup>	90
95	325	50	335	70mm <sup>2</sup>	125
120	375	120	600	120mm <sup>2</sup>	185

- Tiết diện đoạn dây (a-b) tính như sau:

$$\sum Pl = \frac{qL_2^2}{2} = \frac{0,043 \times 250^2}{2} = 1344 \text{ kW.m}$$

$$s = \frac{100 \times 1344 \times 10^3}{34,5 \times 380^2 \times 5} = 5,4 \text{ mm}^2$$

Chọn dây nhôm A-16 là dây có tiết diện nhỏ nhất.

Chiều dài của các nhánh 4 dây, tính thêm 20% do không mắc theo đường thẳng được:

$$560 \times 4 \times 1,2 = 2700 \text{ m dây A-35}$$

$$250 \times 2 \times 1,2 = 600 \text{ m dây A-16}$$

Sau khi chọn tiết diện dây dẫn theo điều kiện độ sụt điện thế, cần thử lại theo điều kiện cường độ dòng điện theo công thức sau của dòng điện ba pha:

$$I = \frac{P}{1,73 \times U_d \times \cos \varphi}$$

### Bài 5.3: Lập mặt bằng thi công

**Ví dụ 1:** *Lập mặt bằng thi công một nhà ở nhiều tầng bằng gạch, có sử dụng cần trục tháp hoặc máy thăng tải cố định để vận chuyển vật liệu lên cao, trong các điều kiện như sau: mặt trước nhà trông ra đường phố, nên phải bố trí các kho bãi vật liệu và các công trình tạm trong một mảnh sân sau; các vật liệu, cấu kiện vận chuyển bằng xe tải, nên cần đảm bảo đường sá cho xe đến được mọi kho bãi trong sân.*

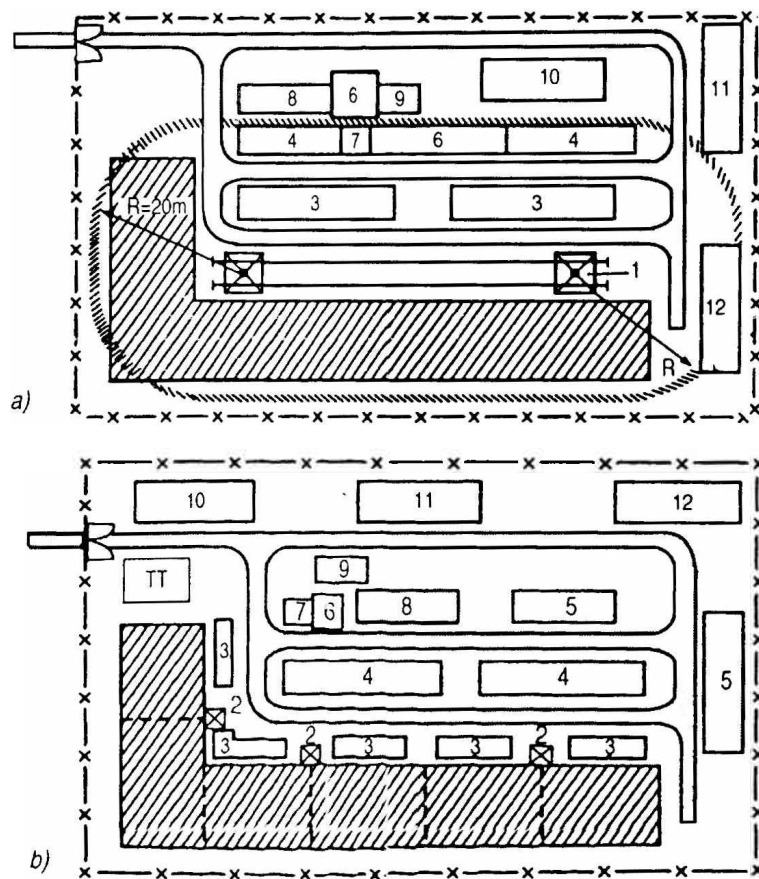
**Phương án 1:** Sử dụng cần trục tháp làm phương tiện vận chuyển lên cao. Trọng tải của cần trục là 3 tấn-lực khi độ với 10m và là 1,5 tấn-lực khi độ với lớn nhất là 20m. Trong bản vẽ thiết kế mặt bằng thi công cần trục này bao quát được toàn bộ nhà đang xây và phần lớn sân sau (hình 5.3a).

Cần trục tháp sẽ vận chuyển gạch, vữa, bê tông, vật liệu mái, cấu lắp những cấu kiện đúc sẵn, vì vậy cần bố trí sắp xếp các kho bãi vật liệu, cấu kiện nói trên trong tầm với của cần trục này.

Để cần trục khỏi phải di chuyển nhiều, ta sắp xếp từng loại vật liệu ra làm hai bãi chạy dọc theo nhà. Gạch đóng sẵn trong các thùng chứa, chở đến công trường bằng ô tô, được cần trục bốc xếp thành hai chồng lớn trên sân, với lượng dự trữ là 1 tuần lễ.

Vữa xây chế trộn ngay tại hiện trường, các bãi cát, kho vôi, xi măng và trạm máy trộn bố trí ở ngoài phạm vi phục vụ của cần trục tháp, nhưng cần trục này vẫn với tới được các thùng vữa đổ từ máy trộn ra.





**Hình 5.3:** Tổng bình đồ thi công một ngôi nhà ở nhiều tầng bằng gạch

a) Trường hợp sử dụng cần trục tháp;

b) Trường hợp sử dụng các máy thang tải cố định.

1. Cần trục tháp; 2. Máy thang tải; 3. Đống gạch; 4. Bãi cấu kiện bê tông đúc sẵn; 5. Lán mộc và cửa gỗ; 6. Máy trộn vữa; 7. Thùng phểu chứa vữa; 8. Đống cát; 9. Kho vôi, xi măng; 10. Ban chỉ huy, y xá, phòng họp; 11. Kho kín chứa các vật liệu khác; 12. Xưởng cơ.

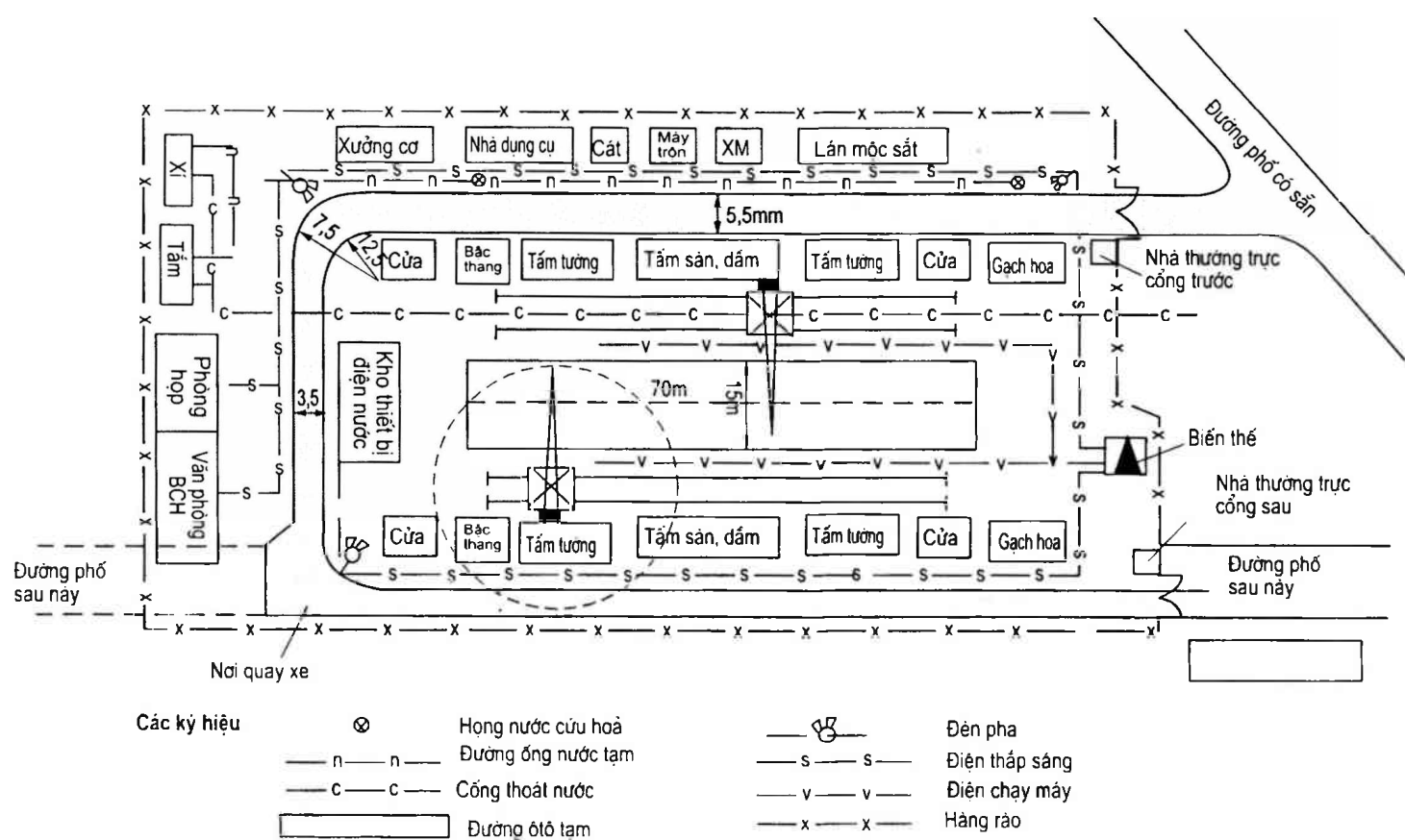
Trụ sở công trường, các nhà tạm phục vụ công nhân, các xưởng gia công đều bố trí ngoài phạm vi hoạt động của cần trục.

**Phương án II:** Trong phương án này (hình 5.3b) người ta sử dụng ba máy thang tải cố định (hoặc cần trục thiếu nhi) để vận chuyển vật liệu lên cao.

Gạch đá xây móng xếp dọc theo chu vi nhà.

Các đống gạch xây tường xếp tập trung gần các máy vận chuyển lên cao. Các vật liệu, các cấu kiện nhỏ khác bố trí trên sân sao cho công sức tiếp vận chúng đến các máy vận chuyển lên cao phải nhỏ nhất.

Theo phương án này, khối lượng vận chuyển ngang dưới đất đến các máy thang tải (hay đến các cần trục thiếu nhi) và vận chuyển ngang trên các tầng nhà sẽ lớn hơn nhiều so với phương án thứ nhất.



Tiến độ thi công cho biết tại một thời điểm nào đó có thể có tới 10 công việc phải thực hiện đồng thời một lúc (vạch một đường thẳng đứng trong tiến độ ngang, nó sẽ cắt tới 10 đường nằm ngang), cho nên phải sử dụng hai cần trục tháp loại 5 tấn-lực, tay cần dài 20m, mới đảm bảo phục vụ thi công toàn bộ ngôi nhà trong thời hạn quy định.

Trên mặt bằng các bãi cầu kiện và đường tiếp tế đều nằm trong phạm vi hoạt động của hai cần trục tháp này.

Khu các kho bãi vật liệu như cát, đá, xi măng, sắt, gỗ bố trí về phía bên kia đường ô tô để tiện bốc dỡ.

Khu sinh hoạt và trụ sở công trường bố trí về một phía ven rào.

Hai khu vực này nằm ngoài phạm vi hoạt động của cần trục tháp.

Đoạn đường từ cổng trước vào, dài 100m cần làm rộng 5,5m cho hai làn xe chạy, để phục vụ được các kho bãi nằm rải cả hai bên đường. Các đoạn đường còn lại chỉ cần làm rộng 3,5m, các béc đường này mở rộng 7,5m và có một bãi rộng để quay đầu xe trong trường hợp cổng sau đóng, hoặc không có cổng sau.

Trạm biến thế điện đặt sát hàng rào, nơi ít người qua lại và gần đường dây cao thế của thành phố, với hai nhánh dây thấp sáng và hai nhánh dây chạy máy. Đường điện thấp sáng bố trí dọc các đường đi.

Đường ống cấp nước tạm thời đặt ngổ trên mặt đất, chạy dọc theo con đường chính của công trường, gần trạm máy trộn và kết thúc tại khu nhà tắm và vệ sinh. Hai hòng nước cứu hỏa bố trí gần bên đường đi.

Đường cống thoát nước tạm thời làm trùng với đường cống thoát nước vĩnh cửu.

### **Bài toán 5.4: Lập tiến độ thi công theo sơ đồ mạng**

Lập tiến độ xây lắp một nhà công nghiệp, như trong hình 3.10, người ta liệt kê ra những công việc chính như sau:

- A - San nền, đào hố móng cột*
- B - Đúc sẵn cột bê tông trên sân hiện trường*
- C - Làm đường sá dẫn đến công trình*
- D - Đúc móng cột tại hố móng*
- E - Thi công đường hầm thiết bị và đặt cống ngầm*
- F - Vận chuyển vì kèo, dầm cầu trục và cầu trục*
- G - Chở và lắp đặt thiết bị công nghệ*
- H - Lắp dựng cột bê tông vào móng*
- I - Lắp dầm cầu trục và cầu trục lên cột*
- J - Lắp vì kèo, cửa trời và lợp mái*

*K - Đúc bê tông sàn nhà máy, lát sân hè*

*L - Lắp tường bao che, hoàn thiện, trang trí*

*Trình tự, thời gian và chi phí của các công việc dùng để thiết lập tiến độ thi công cho trong bảng 5.4.*

**Yêu cầu:**

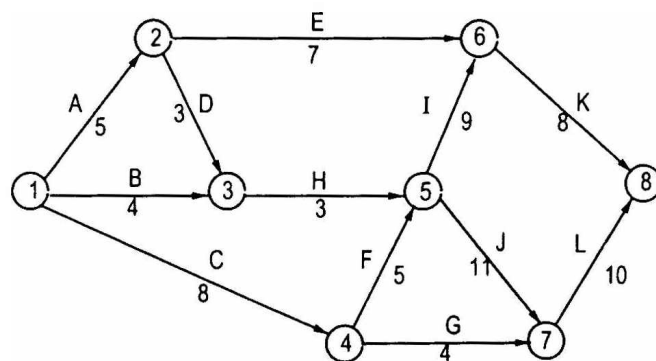
- 1. Xác định thời gian hoàn thành công trình và các công việc găng.*
- 2. Điều chỉnh thời điểm thực hiện các công việc sao cho biểu đồ chi phí đều hòa nhất (thấp nhất) trong suốt thời gian thi công.*

**Bảng 5.4**

Số TT	Tên công việc	Các công việc đứng trước nó	Thời gian thực hiện (tuần)	Chi phí (triệu/tuần)
1	A	-	5	3
2	B	-	4	4
3	C	-	8	3
4	D	A	3	2
5	E	A	7	2
6	F	C	5	1
7	G	C	4	4
8	H	B, D	3	2
9	I	F, H	9	4
10	J	F, H	11	5
11	K	E, I	8	2
12	L	G, J	10	3

**Cách giải:**

a) Theo số liệu cho, ta lập được một sơ đồ mạng như sau (hình 5.5). Các thời gian thực hiện ghi dưới mũi tên công việc.



**Hình 5.5**

b) Kết quả tính toán sơ đồ mạng (SPM) nêu trong bảng 5.5.

Các công việc gang là C, F, J, L vì thời gian dự trữ toàn phần của chúng bằng không.

**Bảng 5.5**

Tên công việc	Kí hiệu công việc	Thời lượng thực hiện	Thời điểm khởi sớm	Thời điểm kết sớm	Thời điểm khởi muộn	Thời điểm kết muộn	Thời gian dự trữ riêng	Thời gian dự trữ toàn phần
A	1 - 2	5	0	5	2	7	0	2
B	1 - 3	4	0	4	6	10	4	6
C	1 - 4	8	0	8	0	8	0	0
D	2 - 3	3	5	8	7	10	0	2
E	2 - 6	7	5	12	19	26	10	14
F	4 - 5	5	8	13	8	13	0	0
G	4 - 7	4	8	12	20	24	12	12
H	3 - 5	3	8	11	10	13	2	2
I	5 - 6	9	13	22	17	26	0	4
J	5 - 7	11	13	24	13	24	0	0
K	6 - 8	8	22	30	26	34	4	4
L	7 - 8	10	24	34	24	34	0	0

Thời gian hoàn thành công trình bằng tổng các thời lượng thực hiện của các công việc gang.

$$8 + 5 + 11 + 10 = 34 \text{ tuần}$$

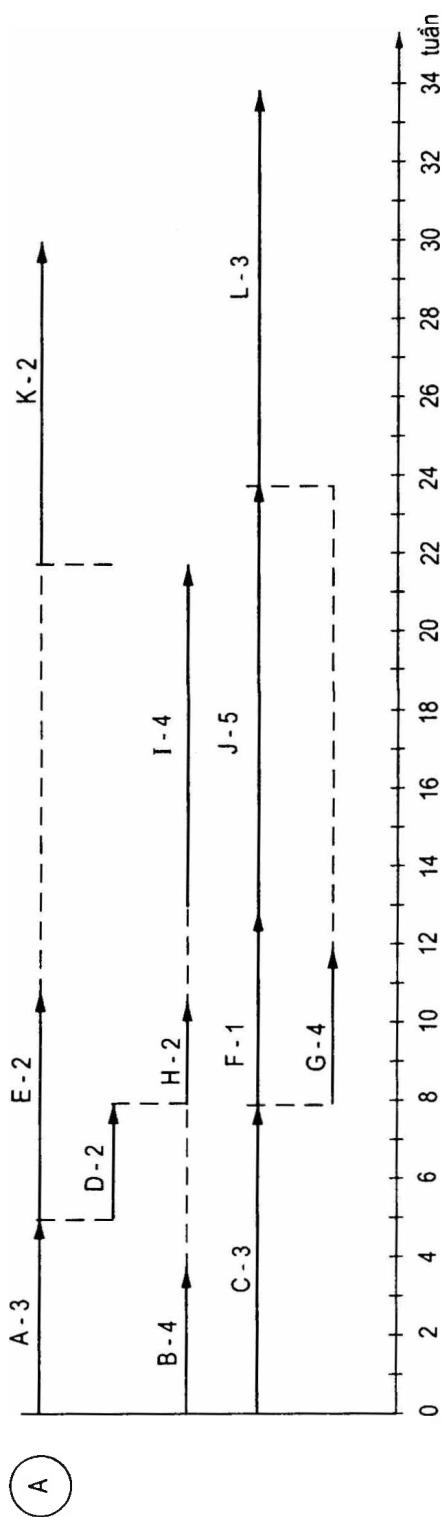
c) Đưa sơ đồ mạng lên trục thời gian

Vẽ các công việc gang C, F, J, L nối tiếp nhau, làm thành một đường thẳng liên tục, nối sự kiện khởi đầu đến sự kiện cuối cùng, làm đường chuẩn. Sau đó sắp xếp các công việc không gang khác của sơ đồ mạng.

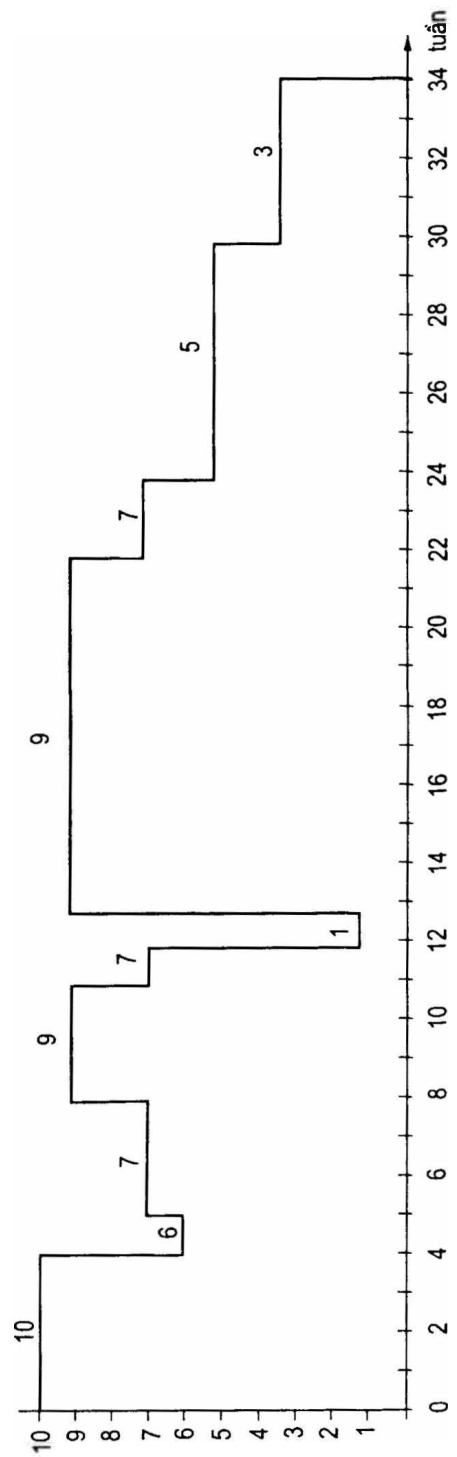
Ba trường hợp sắp xếp các công việc không gang theo thời gian như sau:

- Các công việc không gang được sắp xếp cho khởi sớm hết (hình 5.6a), ta được tiến độ ngang A, trong đó các thời lượng công việc là các đường mũi tên đậm nét, còn thời gian dự trữ riêng được thể hiện bằng các đoạn đường chấm chấm, tức đoạn kéo dài của đường mũi tên.

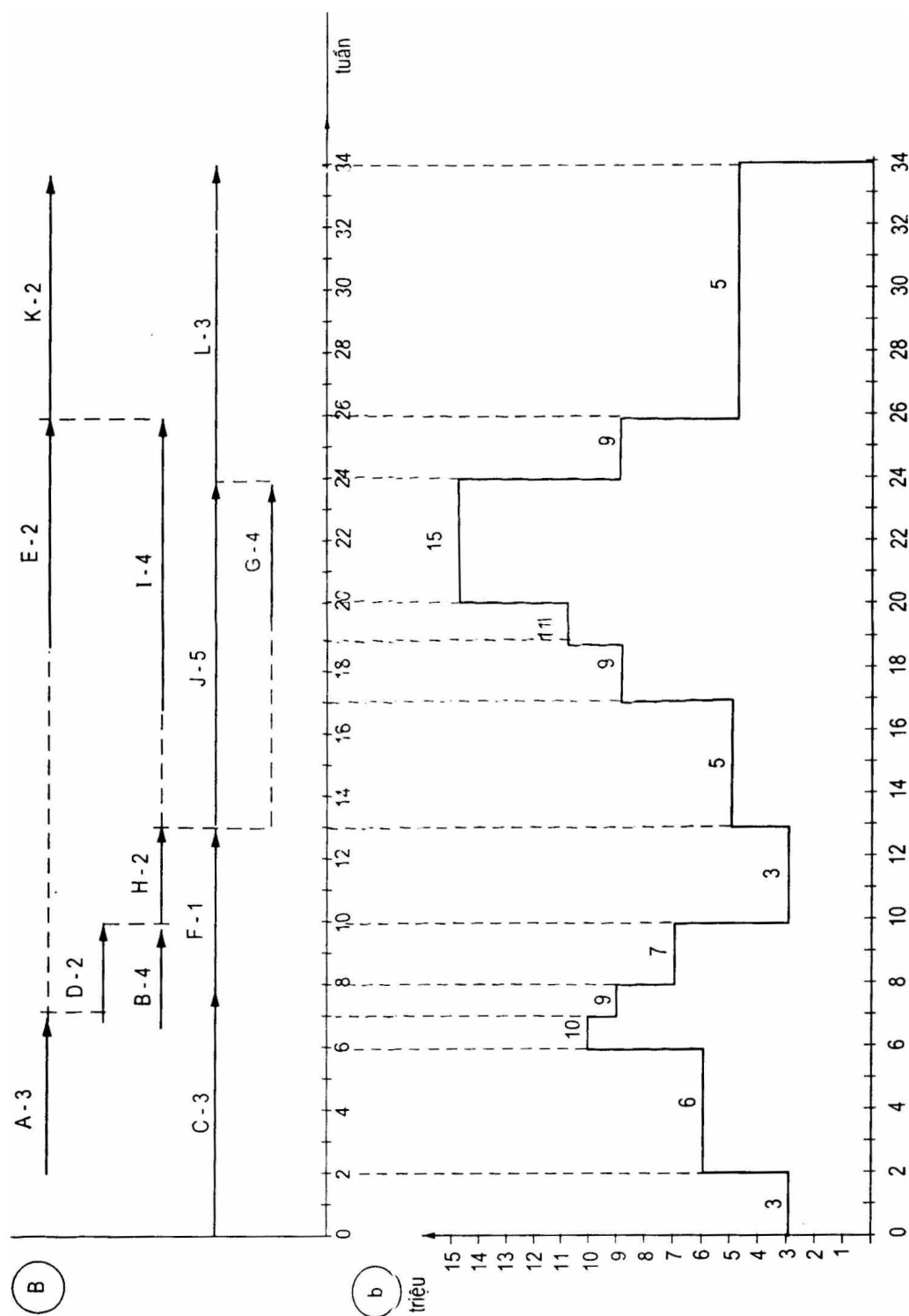
Tiến độ ngang A có biểu đồ kinh phí (a) nằm ở phía dưới nó, mà đỉnh cao là 10 triệu/tuần.



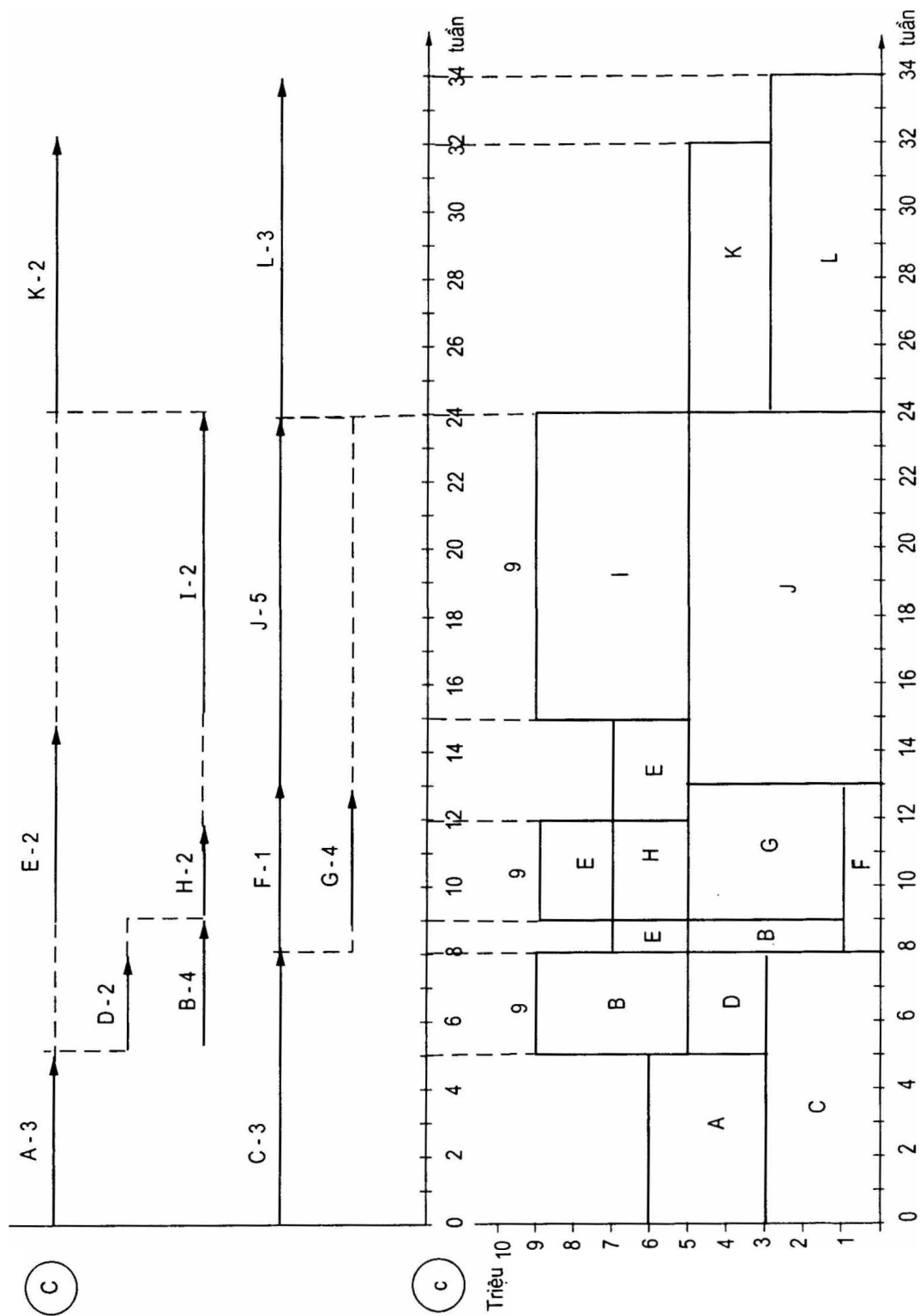
a



Hình 5.6a



Hình 5.6b



Hình 5.6c



2- Các công việc không găng được sắp xếp cho khởi muộn hết (hình 5.6b), ta được tiến độ ngang B. Ở đây thời gian dự trữ toàn phần của mỗi công việc là tổng các đoạn đường chấm chấm.

Tiến độ ngang B có biểu đồ kinh phí (b) với đỉnh cao lên tới 15 triệu/tuần.

3- Sử dụng khoảng thời gian dự trữ của mỗi công việc, để xếp dịch sắp xếp lại các công việc, ta được một tiến độ ngang C (hình 5.6c) và đỉnh cao chỉ là 9 triệu/tuần, nó cho biểu đồ kinh phí (c) đều hòa hơn.

Khi cần điều chỉnh tiến độ mạng trong điều kiện nhân công vật tư, thiết bị và kinh phí có giới hạn đồng thời, nên sử dụng máy vi tính. Chương trình điều chỉnh tiến độ mạng này đã có ở Bộ môn Thi công Trường đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.

## Chương 6

# MỘT MẪU ĐỒ ÁN THIẾT KẾ TỔ CHỨC THI CÔNG

### ĐỀ TÀI: THIẾT KẾ TỔ CHỨC THI CÔNG MỘT TIỂU KHU NHÀ Ở

#### 1. Nhiệm vụ thiết kế

Yêu cầu thiết kế thi công xây lắp một tiểu khu (chung cư) gồm 8 nhà 4 tầng; mỗi nhà có 4 đơn nguyên.

*Thời hạn thi công* ấn định là 10 tháng.

*Địa chất:* đất cát pha sét tốt ( $1,2 \text{ kG/cm}^2$ )

mực nước ngầm ở cốt - 4m.

*Nguồn điện, nguồn nước thi công:* Tiểu khu đã xây dựng xong một trạm biến thế điện với công suất 720kVa. Mạng đường ống cấp nước vĩnh cửu, đã dẫn đến tiểu khu, áp suất trong mạng là 2,5atm, đường kính ống  $D = 150\text{mm}$ .

*Khả năng cung cấp vật liệu xây dựng:* công trường ở cách khu công nghiệp 10km, các xí nghiệp địa phương có thể cung cấp đầy đủ vật tư, thiết bị máy móc thi công. Vận chuyển bằng đường ô tô có sẵn.

Cần đảm bảo lán trại cho 40% số công nhân lưu trú tại công trường.

#### 2. Tìm hiểu về địa điểm xây dựng

Các công trình hạ tầng phục vụ cho tiểu khu nhà ở bao gồm:

- Mạng lưới đường ống cấp thoát nước bên ngoài nhà.
- Mặt bằng san lấp cho phẳng và hơi dốc từ Tây Bắc xuống Đông Nam, với độ dốc 1% để dễ tiêu nước mưa.
- Đường ô tô đã đến được tiểu khu, còn lại đường trong tiểu khu gồm hai lớp bê tông nhựa cần làm sớm.
- Điện nước thi công có thể lấy từ mạng lưới vĩnh cửu phục vụ sinh hoạt sau này của tiểu khu. Cần khẩn trương đặt trước mạng lưới điện thoát phục vụ công trường.

Vữa bê tông, đá hộc, cát, xi măng.... được cung cấp từ một trạm bê tông và vật liệu xây dựng ở cách công trường 2km.

Riêng cấu kiện đúc sẵn thì phải chuyên chở từ một xí nghiệp sản xuất cấu kiện bê tông cốt thép ở cách công trường tới 10km.

### 3. Tìm hiểu đặc điểm công trường

Các nhà ở làm bằng bê tông tấm lớn, không có tầng hầm. Số căn hộ trong mỗi nhà là 64.

Kích thước mặt bằng nhà:	68,40 × 12,70m
Số tầng nhà:	4
Chiều cao nhà:	14,32m
Diện tích xây dựng nhà:	868,7m <sup>2</sup>
Khối tích nhà:	9830m <sup>3</sup>
Diện tích ở:	1780,64m <sup>2</sup>
Diện tích sử dụng:	2610,81m <sup>2</sup>
Các hệ số:	$K_1 = 0,68$ $K_2 = 5,53$
Diện tích tiểu khu:	$165 \times 288 = 47520m^2$
Tổng diện tích xây dựng:	$868,7 \times 8 = 6950m^2$
Tổng diện tích ở:	14245m <sup>2</sup>
Tổng khối tích ở:	78640m <sup>3</sup>
Chiều dài mạng đường ống cấp nước:	588m
Chiều dài mạng đường ống thoát nước:	657m
Chiều dài mạng đường cống tiêu nước:	496m
Chiều dài đường dây tải điện:	440m
Chiều dài đường điện thoại trong công trường:	494m
Chiều dài đường dẫn khí đốt:	600m
Diện tích mặt đường trong tiểu khu:	16760m <sup>2</sup>
Diện tích đất trồng cây xanh:	19070m <sup>2</sup>
Diện tích vỉa hè:	3992m <sup>2</sup>
Hàng rào tạm thời:	2100m

#### **4. Tìm hiểu cấu tạo nhà**

Nhà không có khung, làm bằng các tấm tường, tấm sàn đúc sẵn. Tường dọc chịu lực.

Móng băng, làm bằng bê tông đá hộc, mác 100.

Tường chịu lực làm bằng bê tông nhẹ,  $1600 \text{ kG/m}^3$ .

Sàn bê tông cốt thép có lỗ rỗng dày 220mm. Trên sàn nhà lát gạch bông.

Các vách ngăn phòng là các tấm thạch cao dày 80mm.

Các vách ngăn hộ là các tấm bê tông nhẹ.

Các vách ngăn khu vệ sinh xây bằng gạch, dày 100mm.

Mái nhà gồm các vì kèo gỗ, lợp bằng các tấm phibrô ximăng lượn sóng.

Cầu thang, chiếu nghỉ là những cấu kiện bê tông cốt thép đúc sẵn.

Các ô cửa sổ có hai lớp cánh cửa (cửa kính và cửa chớp).

Trang trí bên trong nhà như sau:

Tường nhà quét vôi màu xanh sáng.

Tường nhà tấm ốp gạch men sứ xanh.

Tường nhà vệ sinh và nhà bếp phun sơn mẫu.

Trần nhà và các phần tường quét khác quét vôi trắng.

Các khung gỗ cửa sổ, cửa ra vào quét hai lớp sơn màu gụ.

#### **5. Dự toán xây lắp**

Khối lượng công việc xác định trên các bản vẽ thiết kế.

Giá thành xây lắp  $1\text{m}^3$  nhà ở lấy theo đơn giá bình quân các công trình tương tự, hoặc tính theo đơn giá địa phương.

Khối lượng thi công đường sá, cống rãnh, vỉa hè, cây xanh xác định theo tổng mặt bằng xây dựng.

Phụ phí xây dựng nhà ở lấy bằng 18,2%

Tiền tích lũy lấy bằng 6%.

Hệ số điều chỉnh đơn giá lấy bằng  $K = 1,246$ .

**Bảng 6.1.** Bảng dự toán tổng hợp

Công việc	Đơn vị tính	Khối lượng công việc	Đơn giá (đồng)	Giá thành (ngàn đồng)
<b>I. Công tác mặt bằng</b>				
San nền	m <sup>2</sup>	47520	6	285,1
Mạng đường ống thoát nước	m	657	1589	1044,0
Mạng đường ống cấp nước	m	588	1312	771,5
Mạng cống rãnh tiêu nước	-	605	2094	1266,90
Đường điện cao hạ thế	-	440	575	253,00
Đường điện thấp sáng ngoài trời	-	798	472	376,70
Mạng lưới điện thoại	-	494	508	251,00
Mạng ống dẫn khí đốt	-	600	836	501,60
Đường sá nội bộ	m <sup>2</sup>	16760	90	1508,40
Tổng cộng				5258,20
<b>II. Xây dựng nhà ở</b>				
Các nhà ở lắp ghép	m <sup>2</sup>	14245	2500	35612,5
Tổng cộng				35612,5
<b>III. Cải thiện mặt bằng</b>				
Bố và lát vỉa hè	m <sup>2</sup>	4740	182	862,7
Trồng cỏ và cây xanh	ha	1907	7620	1445,0
Hàng rào	m	2100	256	537,6
Tổng cộng				2745,3
Tổng cộng toàn tiểu khu				43616,0
Lán trại tạm thời		1,5%		654,3
Phụ cấp thi công mùa mưa		1,6%		697,8
Các công việc không lường trước		2%		872,3
Tổng cộng				45840,4

## 6. Tổ chức thi công

Công tác mặt bằng và xây dựng cơ sở hạ tầng phải tiến hành trước công tác xây dựng nhà ở, để đảm bảo đưa công trình vào sử dụng với đầy đủ tiện nghi ngay.

Việc tổ chức thi công tiến hành theo ba giai đoạn sau:

- Giai đoạn chuẩn bị.
- Giai đoạn thi công chính.
- Giai đoạn hoàn tất.

*a) Giai đoạn chuẩn bị* gồm những việc sau:

- Cải thiện, dọn dẹp khu đất, làm hàng rào tạm thời, làm đường nội bộ, xây dựng các nhà cửa tạm thời như trụ sở ban chỉ huy công trường, kho lán vật liệu, sân bãi xe máy thi công, các xưởng phụ trợ, nhà nghỉ, nhà ăn, phòng thay quần áo lao động, phòng tắm rửa, vệ sinh, trạm y tế...

- Đặt mạng lưới điện nước thi công, chiếu sáng ngoài trời.
- Lắp dựng, chạy thử cần trục tháp để lắp ghép nhà.
- Gia công, chế tạo các dụng cụ cầu lắp như đòn treo, dây giằng, dây cẩu, thanh chống, dụng cụ cố định tạm thời cấu kiện...
- Đặt các mốc để giác vị trí tim nhà, để xác định các cao trình lắp ghép.
- Nếu mặt bằng chưa được giải phóng để thi công, thì trong giai đoạn chuẩn bị cần tính thêm những công việc sau:
  - Di chuyển nhà cửa cũ cản trở thi công, nhổ bật gốc cây.
  - Tháo dỡ và xử lý các công trình ngầm cũ nếu có.

*b) Giai đoạn thi công chính*, gồm các công việc sau:

- Đặt mạng lưới cống rãnh nếu chưa kịp làm trong giai đoạn chuẩn bị. Đặt đường dây điện thoại phục vụ chỉ huy thi công.

- Xây dựng các phần công trình ngầm dưới mặt đất, làm đường sá vĩnh cửu. Cần tranh thủ làm những công việc này trong mùa khô. Tất nhiên phải vận chuyển đủ vật liệu để xây dựng các phần ngầm (móng, các đường ống...) này từ trước khi bắt đầu giai đoạn thi công chính.

- Đợt thứ hai của giai đoạn thi công chính bao gồm những công tác xây dựng phần nhà trên mặt đất như: lắp tường, lắp sàn, đặt vách ngăn, lát sàn, đặt đường ống trong các tầng nhà, làm mái, trang trí mặt chính của nhà.

*c) Giai đoạn hoàn tất* bao gồm:

- Lắp đặt thiết bị điện, nước, thiết bị vệ sinh bên trong nhà. Công việc này phải đi trước công việc trang trí.

- Miết kín các mạch nối các cấu kiện đúc sẵn; sửa phẳng tường vách; tô trát tường gạch, ốp gạch men khu vệ sinh, bếp; sơn vôi tường, trần nhà; sơn các khung, cánh cửa gỗ.

Cần trục tháp sau khi hoàn thành các công việc của giai đoạn xây lắp chính một nhà sẽ di chuyển sang xây lắp nhà khác ngay. Việc vận chuyển vật liệu lên các tầng nhà trong giai đoạn hoàn tất công trình được tiến hành bằng hai máy thăng tải T-41 có sức nâng 500kg.

### 7. Các biện pháp thi công chủ yếu

Đào hố móng bằng máy đào gầu xấp E-153, với gầu  $0,15m^3$ . Sau đó phải sửa sang, làm sạch hố móng bằng thủ công. Đám lèn gia cố mặt nền cẩn thận.

Móng băng đúc bằng bê tông đá học, vậy phải đặt các tấm cốppha luân lưu dưới rãnh móng. Bê tông đổ thành từng lớp dày 20cm và đầm chặt bằng máy đầm rung. Đá học chở đến bằng xe tải DIN-585 trọng tải 3,5 tấn. Vữa bê tông chở từ trạm chế trộn đến bằng loại thùng  $0,6m^3$ , trọng lượng thùng bê tông khoảng 2 tấn. Xe tải DIN-164, trọng tải 4 tấn, chở được 2 thùng.

Các thùng bê tông được cẩu để đúc móng bằng cần trục E-505A, sức trục 2,6/10 tấn, với tay cẩu cài 10m. Khi độ với là 10m thì sức cẩu của nó là 2 tấn và độ cao nâng vật là 3,7m.

Kiểm tra cao trình mặt móng bằng máy thuỷ bình, kiểm tra tìm móng bằng máy kinh vĩ. Theo thiết kế trong móng băng cần để chừa lỗ cho các đường ống chạy xuyên qua. Xây phần bệ tường trên móng sau khi đã trải lớp chống ẩm nằm ngang.

Trình tự thi công lắp ghép nhà như sau:

- Đúc móng bằng bê tông đá học.
- Xây phần bệ tường.
- Lắp các tấm tường ngoài, tường trong, các vách ngăn, cầu thang, chiếu nghỉ, ống hút khói, thông hơi, khối vệ sinh.
- Lắp các tấm sàn tầng, tấm mái.

Các cấu kiện đúc sẵn được chở bằng xe tải DIN-150 (có moóc) đến công trình. Để tránh khâu bốc dỡ trung gian, cần trục cẩu cấu kiện từ xe và lắp chúng vào thẳng công trình. Như vậy thì phải:

Lập kế hoạch lắp ghép các cấu kiện của từng tầng; trên mỗi cấu kiện có đánh số thứ tự theo trình tự lắp ghép chúng.

Các xe tải cũng có kế hoạch vận chuyển từng loại cấu kiện một, theo giờ, sao cho mỗi chuyến, xe không phải chờ đợi quá lâu để được bốc xếp. Trong khi đó xe vẫn phải đảm bảo chở đến công trường những cấu kiện nhỏ như tấm ban công, lanhtô v.v... và vữa để gắn các mối nối, mạch ngang, mạch đứng tường nhà.

Lắp ghép nhà theo từng phân đoạn. Ở đây mỗi phân đoạn gồm hai đơn nguyên nhà: một đơn nguyên đầu hồi và một đơn nguyên giữa.

Dùng máy kinh vĩ để vạch các đường tim nhà như đường tim các tường dọc và tường hồi, kiểm tra lại các cọc mốc. Trước khi lắp tầng một phải cố định các đường tim bằng kẻ các vạch dấu bằng sơn lên trên bề tường.

Dùng máy thủy bình để kiểm tra độ ngang bằng của mặt trên bề tường và mặt các sàn tầng.

Kiểm tra vị trí các tấm tường trên theo các tấm tường tầng dưới bằng dây dọi.

Trong mỗi phân đoạn, nên lắp ghép các cấu kiện ở xa cần trục trước, rồi lắp lùi dần về phía cần trục, để công nhân lái cần trục nhìn rõ chỗ đặt cấu kiện hơn.

### 8. Chọn máy đào đất

Khối lượng đất đào rãnh móng của một nhà là  $295\text{m}^3$ ; của 8 nhà là  $2360\text{m}^3$ . Với khối lượng này thì chọn máy đào E-153 với gầu xấp xỉ dung tích  $0,15\text{m}^3$  là kinh tế nhất, đồng thời đáp ứng được nhịp độ thi công phần ngầm các công trình.

Năng suất một ca của máy đào tính bằng công thức:

$$N = \frac{G.K.q}{t_0.K_t} \quad \text{m}^3/\text{ca}$$

G - thời gian một ca làm việc, tính theo giờ;

K - hệ số sử dụng thời gian trong một ca, lấy  $K = 0,72$ ;

q - khối lượng đất nguyên thổ do máy đào được trong một lần xúc

$$q = vk' = 0,15 \times 0,8 = 0,12\text{m}^3$$

v =  $0,15\text{m}^3$  - dung tích hình học của gầu;

k' = 0,8 - hệ số chứa của gầu;

$t_0$  - thời gian một chu kỳ thao tác (một lần đào đổ đất) lấy theo sổ tay máy xây dựng;

$$t_0 = 20 \text{ sec hay } 0,0056 \text{ giờ};$$

$K_t$  - hệ số tơi xộp của đất sau khi đào;  $K_t = 1,10$  (đất cát) và  $K_t = 1,35$  (đất thịt nặng).

Ở đây ta lấy  $K_t = 1,2$  (đất cát pha sét).

Năng suất một ca của máy đào:

$$N = \frac{7 \times 0,72 \times 0,12}{0,0056 \times 1,2} = 90 \text{ m}^3/\text{ca}$$

Thời gian đào rãnh móng cho một nhà:

$$T = \frac{295}{90} = 3,3 \text{ ngày}$$



Nếu tính thêm thời gian sửa sang các rãnh móng và di chuyển máy thì phải mất 4 ngày (làm việc 1 ca) hoặc phải mất 2 ngày (nếu ngày làm 2 ca).

### 9. Tính số xe tải để chở vật liệu khi thi công móng

Khối lượng đúc bê tông đá học mỗi ca:  $37\text{m}^3$

Vật liệu tính cho  $100\text{m}^3$  bê tông đá học là:  $71\text{m}^3$  bê tông;  $44\text{m}^3$  đá học.

Trong mỗi ca: nhu cầu về vữa bê tông là:  $0,71 \times 37 = 26\text{m}^3$

nhu cầu về đá học là:  $0,44 \times 37 = 16,3\text{m}^3$

Vận chuyển bê tông và đá học bằng xe tải DIN-164 và bằng xe tải có thùng lật DIN-585. Khoảng cách vận chuyển là 2km và tốc độ là 20 km/h.

Tính năng suất (q) của các loại xe (tấn/ca) và số lượng xe (m) cần thiết cho mỗi luồng hàng, bằng các công thức sau:

$$q = \frac{p \cdot G_1 \cdot K_1}{t + \frac{2l}{V}} \quad \text{tấn/ca}$$

$$m = \frac{Q}{qK_2}$$

p - trọng tải của xe (tấn);

$G_1$  - thời gian làm việc của xe tải (giờ). Nếu mỗi ca làm việc là 8 giờ thì lấy  $G_1 = 7,5$  giờ; còn 0,5 giờ là thời gian cho xe đi từ trạm xe ra tuyến đường và trở về trạm xe;

$K_1$  - hệ số sử dụng trọng tải của xe,  $K_1 = 1$ ;

t - thời gian xe đứng để bốc dỡ hàng trong mỗi chuyến (tính bằng giờ);

    khi chở vữa bê tông  $t = 0,65$

    khi chở đá học  $t = 0,31$

l - cự li vận chuyển trung bình,  $l = 2\text{km}$ ;

V - tốc độ vận chuyển trung bình,  $V = 20\text{km/h}$ ;

Q - lượng hàng cần vận chuyển trong một ca,  $Q = 26\text{m}^3$ ;

$K_2$  - hệ số sử dụng thời gian một ca làm việc của xe, lấy bằng 1.

Xe chở 2 thùng bê tông dung tích  $0,6\text{ m}^3/\text{thùng}$ , trừ bì đi thì trọng tải hữu ích của xe là:

$$p = 4 - 0,8 = 3,2 \text{ tấn}$$

$$q = \frac{3,2 \times 7,5 \times 1}{0,65 + \frac{2 \times 2}{20}} = 28,4 \text{ tấn/ca}$$

$$m = \frac{26 \times 2,3}{28,4} = 2,1$$

(Tỉ trọng của vữa bê tông là 2,3).

Tính cả khả năng vượt mức thì ta có thể dùng 2 ô tô tải DIN-164, trọng tải 4 tấn mỗi chiếc, để chở 2 thùng chứa bê tông, dung tích  $0,6\text{m}^3$  mỗi thùng.

Xe chở đá học thuộc loại xe tự đổ DIN-585 trọng tải 3,5 tấn:

$$Q = \frac{3,5 \times 7,5 \times 1}{0,31 + \frac{2 \times 2}{20}} = 51,5 \text{ T/ca}$$

$$m = \frac{16,3 \times 1,7}{51,5} = 0,53$$

Vậy một xe DIN-585 chở đá học trong một ca đủ dùng cho 2 ca thi công.

#### 10. Tính số xe tải vận chuyển các cấu kiện bê tông

Dùng xe DIN-150 kéo theo móc, có trọng tải tổng cộng 10 tấn để chở các cấu kiện bê tông, trên cự li  $l = 10\text{km}$ .

Nhu cầu mỗi ca về cấu kiện bê tông đúc sẵn là:

$$\frac{2070,5}{3 \times 25} = 27,6 \text{ m}^3/\text{ca}$$

Dung trọng của bê tông nhẹ là:  $\gamma = 1600 \text{ kg/m}^3$ .

Năng suất của xe vận chuyển các cấu kiện bê tông nặng dưới 1 tấn, với thời gian chờ đợi bốc dỡ  $t = 1,15\text{h}$  là:

$$q = \frac{10 \times 7,5 \times 1}{1,15 + \frac{10 \times 2}{20}} = 35 \text{ T/ca}$$

Số xe tải là: 
$$m = \frac{27,6 \times 1,6}{35} \approx 1$$

Vậy chỉ cần 1 xe DIN-150 kéo theo móc trong 1 ca để chở cấu kiện đúc sẵn.

Nhu cầu về xe tải để chuyên chở các loại vật liệu cho các dạng công tác khác cũng được xác định bằng phương pháp nêu trên.

Việc xác định tổng số xe tải phục vụ công trường cần tính tới hệ số sử dụng trạm vận tải cơ giới  $K_{vt} = 0,65$  và hệ số tận dụng trọng tải của xe  $K_{tt} = 0,90$ .

Tổng trọng tải của trạm vận tải cơ giới phục vụ công trường xây dựng tiểu khu nhà ở này còn có thể tính như sau. Theo định mức thì cứ 1 triệu đồng vốn đầu tư xây dựng trong 1 năm cần khoảng 0,5 tấn trọng tải xe cơ giới. Theo dự toán thì vốn đầu tư trong tháng 10 ở đây là 45,8 triệu đồng, vậy số tấn trọng tải của các xe cần có là:

$$0,5 \times \frac{45,8 \times 12}{10} = 28 \text{ tấn trọng tải}$$

Nếu sử dụng loại xe 4 tấn, thì trạm vận tải cơ giới phải cần có:  $28 : 4 = 7$  xe tải. Đây là tính cả công tác vận chuyển đất đắp tôn nền với khoảng cách chừng 6 - 8km.

### 11. Chọn cần trục tháp

Chọn cần trục tháp theo các loại máy có sẵn của công ty xây lắp, theo chỉ tiêu kinh tế của mỗi loại máy và theo các tính năng kỹ thuật (sức trục, độ với, độ cao nâng móc cầu) của chúng.

Tất nhiên cần trục không chỉ phục vụ riêng công tác lắp ghép, mà phục vụ cả công tác vận chuyển vật liệu lên các tầng nhà (như các đồ mộc, vật liệu thiết bị vệ sinh, vật liệu lát sàn v.v...) trong thời gian chờ đợi lắp ghép.

Muốn di chuyển cần trục tháp sang phục vụ công trình khác thì phải đặt đường ray trước cho nó, do đó mỗi cần trục phải có hai bộ đường ray.

#### *a) Chọn cần trục theo các thông số lắp ghép*

Độ với nhỏ nhất của cần trục tháp:

$$R = a + b = 4,5 + 12,7 = 17,2\text{m}$$

với: a - khoảng cách nhỏ nhất tính từ đường tim cần trục tới tường nhà;

b - chiều rộng nhà.

Độ cao nhỏ nhất của cần trục tháp:

$$H = h_0 + d + e + g = 11,3 + 1,0 + 2,5 + 2 = 19,8\text{m}$$

với:  $h_0$  - chiều cao nhà;

d - độ nâng cao quá đầu tường tầng trên cùng của kết cấu lắp ghép;

e - chiều cao của tấm vách;

g - chiều cao của dây cẩu vật.

Các cần trục tháp sau đây đáp ứng các thông số lắp ghép đó: M-3-5-5A; MCK-3-5-20 và MBTK-80.

Các tính năng kỹ thuật của các cần trục tháp (bảng 6.2).

**Bảng 6.2**

Các tính năng	Mã cần trục		
	M-3-5-5	MCK3-5-20	MBTK-80
Độ với lớn nhất	22	20	20
Độ với nhỏ nhất	11	10	10
Sức trục ở độ với lớn nhất (tấn)	3	3	4
Sức trục ở độ với nhỏ nhất (tấn)	5	5	5
Chiều cao nâng móc cầu ở độ với lớn nhất (m)..	21	25	28
Tốc độ:			
Nâng vật (m/phút)	30	15; 30	30
Hạ vật (m/phút)	30	3; 5; 15; 30	33; 30
Quay cầu (m/phút)	0,6	0,75	0,65
Di chuyển cần trục (m/phút)	32	21	30
Di chuyển của xe con mang vật (m/phút)	32	-	-
Di chuyển vật theo hướng ngang do thay đổi độ với tay cần (m/phút)	-	13	9
Chiều rộng đường ray (m)	4	4	5
Trọng lượng cần trục (không đối trọng) (tấn)	30,6	23	28,5

*b) Chọn cần trục theo chỉ tiêu kinh tế*

Thời gian xây lắp một nhà ước tính là 3 tháng.

Số ca máy cần trục để lắp ghép một nhà là:  $25 \times 3 = 75$  ca

Chi phí sử dụng cần trục xác định theo công thức:

$$C = E + \frac{G_{\text{năm}} T}{T_{\text{năm}}} + G_{\text{ca}} T$$

với: E - chi phí cho một lần đem sử dụng (đồng);

$G_{\text{năm}}$  - tiền khấu hao hàng năm (đồng);

$G_{\text{ca}}$  - chi phí khai thác mỗi ca máy (đồng);

$T_{\text{năm}}$  - số ca làm việc của cần trục trong năm;

T - số ca làm việc của cần trục ở công trình (hay tại công trường).

Số liệu về các đại lượng này (lấy từ phụ lục 1) cho trong bảng 6.3.

**Bảng 6.3**

Mã cần trục	Chi phí 1 lần sử dụng (ngàn đồng)			$G_{\text{năm}}$ (ngàn/dồng)	$G_{\text{ca}}$ (ngàn/dồng)	$T_{\text{năm}}$ (ca)
	để di chuyển cần trục	để lắp và tháo dỡ cần trục	Tổng cộng			
M-3-5-5	26,7	51,1	77,8	316	1,084	400
MCK-3-5-20	3,52	11,6	15,12	280	1,940	400
MBTK-80	18,6	39,2	57,8	326	2,190	400

Chi phí sử dụng các cần trục tháp:

$$\text{M-3-5-5: } 77,8 + \frac{316 \times 75}{400} + 1,09 \times 75 = 218,7 \text{ ngàn đồng}$$

$$\text{MCK-3-5-20: } 15,12 + \frac{280 \times 75}{400} + 1,94 \times 75 = 212,7 \text{ ngàn đồng}$$

$$\text{MBTK-80: } 57,8 + \frac{326 \times 75}{400} + 2,19 \times 75 = 283,5 \text{ ngàn đồng}$$

Kích thước nhà trên mặt bằng:  $68,4 \times 12,70\text{m}$ .

Đường cần trục tháp đặt ở một phía của nhà, với chiều dài đường bằng 6 thanh ray, mỗi thanh dài 12,5m.

Chi phí vào việc lắp đặt và tháo dỡ đường cần trục tháp cộng với tiền khấu hao như sau:

$$\text{M-3-5-5: } 28,5 \times 6 = 171,0 \text{ ngàn đồng}$$

$$\text{MCK-3-5-20: } 22,6 \times 6 = 135,5 \text{ ngàn đồng}$$

$$\text{MBTK-80: } 26,8 \times 6 = 160,8 \text{ ngàn đồng}$$

Chi phí tổng cộng sử dụng các cần trục tháp:

$$\text{M-3-5-5: } 218,7 + 135,5 = 354,2 \text{ ngàn đồng}$$

$$\text{MCK-3-5-20: } 212,7 + 135,5 = 348,2 \text{ ngàn đồng}$$

$$\text{MBTK-80: } 283,5 + 160,8 = 444,3 \text{ ngàn đồng}$$

Xét về mặt kinh tế thì nên chọn cần trục tháp MCK-3-5-20; đồng thời việc di chuyển nó từ công trình này sang công trình khác cũng dễ dàng và tốn ít thời gian hơn các cần trục khác.

## 12. Tính công lao động xây lắp một nhà

Để thiết kế tổng mặt bằng công trường, ta cần tính toán chuẩn bị những số liệu cần thiết như trong bảng 6.4

**Bảng 6.4. Tính công lao động xây lắp một nhà**

Tên công việc	Khối lượng		Số công lao động			Sản lượng mỗi ca	Thời lượng (ngày)	Số ca trong ngày	Thành phần công nhân
	Đơn vị tính	Số lượng	Định mức (giờ công)	Số công tính toán	Số công chấp nhận				
Đắp nền bằng máy, g thủ công	m <sup>3</sup>	294,9	0,50	21,2	20	73,8	4	1	1 thợ máy 4 thợ làm đất
Đổ bê tông	m <sup>3</sup>	294,9	3,69	159,8	144	37	4	2	6 thợ mộc 12 thợ bê tông
Tường bê tông	m <sup>3</sup>	59	3,82	33,1	32	7,4	4	2	2 thợ mộc 2 thợ bê tông
Tường bằng gạch	m <sup>3</sup>	12,8	9,78	18,4	16	1,6	4	2	2 thợ xây
Bê tường	m <sup>2</sup>	1573	0,58	13,5	12	39,4	4	1	3 thợ tô trát
Hè	m <sup>2</sup>	118	0,70	12,2	12	29,5	4	1	3 thợ xây
Trên mặt đất	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Tổng cộng				6756	6096				

### 13. Tính số nhà tạm phục vụ đời sống

Những nhà phục vụ đời sống công nhân tại công trường gồm: nhà thay quần áo, nhà vệ sinh, nhà tắm, nhà nghỉ giải lao và ăn trưa...

*Nhà thay quần áo lao động:* Số công nhân nhiều nhất mỗi ca là: 90 người. Nhà thay quần áo phải có chỗ chứa  $90 \times 3 = 270$  học tủ để quần áo cho công nhân ba ca.

*Nhà vệ sinh:* Nam công nhân khoảng 60%. Nữ công nhân khoảng 40%. Vậy trong số công nhân nhiều nhất là 90 người, thì có 54 nam và 36 nữ. Theo định mức thì cần 2 phòng vệ sinh nữ, 3 phòng vệ sinh nam.

*Nhà tắm:* Một hương sen cho 20 công nhân, vậy cần xây dựng 2 hương sen cho nữ, 3 hương sen cho nam.

Theo định mức thì cứ 20 công nhân có một vòi nước rửa tay chân, vậy cần làm 2 vòi nước cho nữ, 3 vòi cho nam.

*Nhà nghỉ giải lao và ăn trưa* tại công trường lấy vào khoảng  $24m^2$ .

### 14. Tính diện tích nhà kho

Nhà kho để chứa vật liệu, cấu kiện và các phụ kiện như: đồ gỗ, đồ điện, đồ sành sứ vệ sinh v.v... Nhu cầu về những vật liệu này chiếm 30% nhu cầu vật liệu xây dựng chính, mà những vật liệu xây dựng chính tính cho  $1m^2$  nhà ở là  $0,6m^3$ .

Kho dự trữ những vật liệu này, đủ để hoàn thành khối lượng công tác tại một tầng nhà là:

$$M = 0,3 \times 0,6 \frac{1780}{4} = 80,2m^3$$

Thời gian hoàn thiện một tầng nhà là  $\frac{25}{4} \approx 6$  ngày.

Vậy mỗi ngày cần:  $Q = \frac{80,2}{6} = 13,4m^3$

Diện tích kho cần thiết là:

$$S = \frac{(M + Qk)a}{q} = \frac{(80,2 + 13,4 \times 1,2)1,5}{1,0} = 144,5m^2$$

với: k - hệ số cung cấp vật liệu không đều hòa, k = 1,2;

a - hệ số tính tới đường đi lại trong kho, a = 1,5;

q - lượng vật liệu chứa trên  $1m^2$  diện tích kho, q =  $1,0m^3$ .

Cần xây dựng một kho mái hiên với kích thước  $15 \times 6\text{m}$  và một nhà kho kín với kích thước  $10 \times 6\text{m}$ ; tổng diện tích kho  $150\text{m}^2$ .

### 15. Tính nhu cầu về lán trại

Ước tính số lượng công nhân trên công trường.

Theo bảng 6.4 "Tính công lao động xây dựng một nhà" theo định mức, ta cần có: 6756 công.

- Số công xây dựng 8 nhà:

$$6756 \times 8 = 54048 \text{ công}$$

- Số công lao động làm công tác mặt bằng và đặt đường ống (theo bảng dự toán 6.1) trên mặt bằng tiểu khu:

$$\frac{5258200 - 880000}{600} = 7100 \text{ công}$$

(Năng suất lao động bình quân của công nhân là 600 đồng mỗi ngày).

- Số công đặt mạng lưới điện trên mặt bằng tiểu khu:

$$\frac{880000}{2200} = 400 \text{ công}$$

- Số công làm công tác cải thiện mặt bằng và cây xanh:

$$\frac{2745300}{550} = 5030 \text{ công}$$

Tổng số công lao động:  $54048 + 7100 + 400 + 5030 = 66578$

Nếu tính cả công giám sát kỹ thuật, hành chính, phục vụ công cộng:

$$66578 + (0,06 + 0,08 + 0,2)66578 = 88758 \text{ công}$$

- Số công nhân trung bình mỗi ngày:

$$\frac{88758}{10 \times 22} = 400 \text{ người}$$

Cần phải đảm bảo chỗ ở cho 40% tổng số công nhân viên, với hệ số gia đình là 3 và tiêu chuẩn diện tích ở tối thiểu là  $4 \text{ m}^2/\text{người}$ ;

Diện tích lán trại cần xây dựng ở công trường là:

$$4 \times 350 \times 3 \times 0,4 = 1680\text{m}^2$$



Để giải quyết chỗ ở cho công nhân, ta sử dụng 680m<sup>2</sup> nhà kiên cố vừa thi công xong và làm mới 1000m<sup>2</sup> nhà tranh tre lá tạm thời.

### 16. Tính nhu cầu về nước

Nguồn nước cung cấp cho công trường xây dựng lấy từ mạng lưới cấp nước vĩnh cửu của tiểu khu nhà ở.

Cả hai mạng đường ống vĩnh cửu và tạm thời này đều dùng ống gang cỡ D = 150mm. Áp suất trong mạng: 2,5 atm.

Tính lượng nước cần thiết cho công trường, gồm nước sinh hoạt và nước sản xuất:

$$Q = \frac{K_{sx} \cdot \Sigma q_{sx} + K_{sh} \cdot \Sigma q_{sh}}{8.3600}$$

$K_{sx}$ ,  $K_{sh}$  - hệ số sử dụng nước không đều hòa cho sản xuất và cho sinh hoạt trong mỗi ca, lấy  $K_{sx} = 1,6$ ,  $K_{sh} = 3$ ;

$\Sigma q_{sx}$ ,  $\Sigma q_{sh}$  - tổng các lượng nước dùng cho sản xuất và cho sinh hoạt trong mỗi ca, tính bằng lít.

Theo tiến độ, thời gian sử dụng nhiều nước nhất ở vào giai đoạn hoàn thiện trang trí công trình. Theo Sổ tay thiết kế tổ chức thi công ta có:

Nước dùng trong công tác tô trát:

$$5 \text{ lít/m}^2 \times 270 = 1350 \text{ l}$$

Nước để trộn vữa:  $300 \text{ lít/m}^3 \times 9 = 2700 \text{ l}$

Nước cho các máy nén khí bơm vữa:

$$35 \text{ lít/h} \times 8 \times 2 = \underline{560 \text{ l}}$$

$$\Sigma q_{sx} = 4610 \text{ l}$$

Tiêu chuẩn nước dùng cho sinh hoạt ở hiện trường tính cho mỗi đầu người trong một ca là 15l.

Số công nhân trung bình làm việc ở hiện trường mỗi ca là: 400 người

$$\Sigma q_{sh} = 15 \times 400 = 6000 \text{ l}$$

Tổng lưu lượng nước trong một giây là:

$$Q = \frac{1,6 \times 4610 + 3 \times 6000}{8 \times 3600} = 0,8 \text{ l/s}$$

Q này nhỏ hơn lưu lượng cứu hỏa rất nhiều (với khối tích 5 nhà thi công đồng thời  $9830\text{m}^3 \times 5$  thì lưu lượng nước cứu hỏa là 10 l/s, nghĩa là phải có 2 vòi 5 l/s). Vậy ta chỉ cần tính toán mạng lưới đường ống theo lưu lượng cứu hỏa là đủ:  $Q = 10 \text{ l/s}$ .

Đường kính đường ống cấp nước:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot v \cdot 1000}}$$

v - lưu tốc trong ống, lấy bằng  $v = 1 \text{ m/s}$ .

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 10}{3,14 \times 1 \times 1000}} = 0,113\text{m} = 113\text{mm}$$

Như vậy thì đường kính  $D = 150\text{mm}$  của đường ống chính mạng lưới tiểu khu đảm bảo cung cấp đủ nước cho công trường.

### 17. Tính nhu cầu về điện

Điện năng phục vụ thi công được cung cấp từ một trạm biến thế vĩnh cửu của tiểu khu với công suất:  $2 \times 360\text{kVa}$ .

Theo tiến độ sử dụng máy thì tổng công suất danh hiệu tối đa của các điểm tiêu thụ điện năng như sau:

Cần trục tháp MCTK-3-5-20:	46,7kW
Máy bơm vữa C-257, năng suất $1 \text{ m}^3/\text{h}$ :	1,3kW
Máy hàn:	18,5kW
Các điểm tiêu thụ khác:	20,0kW
Tổng công suất cho thi công một nhà:	87,5kW
Tổng công suất thấp sáng ngoài trời:	
- Thấp sáng 0,5km đường đi trên công trường:	$5 \text{ kW/km} \times 0,5 = 2,5\text{kW}$
- Thấp sáng các địa điểm thi công:	$2,4 \text{ W/m}^2 \times 3600 = 7,2\text{kW}$
Các nhu cầu khác:	1,8kW
Tổng cộng:	11,5kW

Tổng công suất thấp sáng trong nhà, tính ở giai đoạn đã hoàn thành 4 nhà, còn các nhà khác đang thi công. Nhu cầu công suất điện để thấp sáng bên trong nhà với tiêu chuẩn  $13 \text{ W/m}^2$  là:

$$13 \text{ W/m}^2 \times 2610 \times 4 = 136.000\text{W} = 136\text{kW}$$

Công suất điện cần thiết tối đa tính với  $\cos\varphi = 0,75$ , với các hệ số sử dụng điện đồng thời một lúc tại các điểm tiêu thụ và với hệ số hao hụt công suất trong mạng điện bằng 1,1:

$$P_{\max} = 1,1 \left( \frac{87,5 \times 5 \times 0,7}{0,75} + 11,5 \times 1 + 136 \times 0,8 \right) = 312 \text{ kW}$$

Công suất cần thiết của trạm biến thế điện:

$$S = \frac{P_{\max}}{\cos\varphi} = \frac{312}{0,7} = 441 \text{ kVA}$$

Công suất 720kVA của trạm biến thế đặt trước cho tiểu khu, đáp ứng được yêu cầu về điện năng này.

#### 18. Nhu cầu về xe máy thi công (bảng 6.5)

**Bảng 6.5**

Tên máy	Số lượng	Tổng công suất điện kW	Nơi sử dụng máy
<b>Các máy xây dựng</b>			
Máy đào đất E-153 (37 s.ngựa)	1	27,2	Đào rãnh móng
Máy đào cần trục E-505 (80 s/n)	1	59,0	Đúc móng nhà
Cần trục tháp MCTK-3-5-20	3	46,7	Lắp ghép nhà
Thăng tải T-41	4	5,6	Hoàn thiện nhà
Đảm chấm động I-116 I-21	2	2	Đảm vữa bê tông
Máy bơm vữa C-251	2	3,4	Vận chuyển vữa xây tô
Máy nén khí PKC-6	1	4,5	Cung cấp khí nén cho các dụng cụ
Máy hàn điện	2	38,4	Các công tác hàn
Các máy khác (20%)		47,8	Công tác mộc và trang trí
<b>Các phương tiện vận tải</b>			
Xe tải DIN-164 (97 s.n)	2		Vận chuyển bê tông
Xe tải DIN-585 (97 s.n)	1		Chở đá học
Xe tải DIN-150 (97 s.n) + xe moóc	4		Vận chuyển cấu kiện
Xe tải DIN-164	2		Để chở các mặt hàng khác (20% lượng hàng chính)

Số lượng ca-máy cho mỗi ngôi nhà:

- Máy đào E-153 (27,2kW)	4 ca máy
- Máy cần trục E-505A (59kW)	16 ca máy
- Cần trục tháp MBTK-80 (46,7kW)	40 ca máy
- Máy thăng tải T-41 (2,8kW)	25 ca máy
- Máy bơm vữa C-251 (1,7kW)	25 ca máy
- Máy nén khí (4,5kW)	4 ca máy
- Máy hàn điện (19,2kW)	24 ca máy

Một số máy khác (máy cưa, máy đầm, máy trộn hồ...) tiêu thụ khoảng 20% năng lượng của các máy chính.

Tổng năng lượng điện tiêu thụ cho một nhà:

$$A = (27,2 \times 4 + 59 \times 16 + 46,7 \times 40 + 2,8 \times 25 + 1,7 \times 25 + 4,5 \times 4 + 19,2 \times 24)1,2 \\ = 5704 \text{ kW.ca}$$

Công lao động xây dựng một nhà là:  $Q = 6079$  công.

Năng lượng cung cấp cho mỗi người lao động là:

$$E = \frac{5704}{6096} \approx 1,0 \text{ kW-người}$$

## 19. Các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật

Thời gian xây dựng tiểu khu	10 tháng
Số lượng nhà xây dựng	8 nhà
Thời gian xây dựng một nhà bốn tầng	4 tháng
Tổng số công lao động theo định mức tính cho một ngôi nhà	6756 công
Tổng số công lao động tính vượt định mức	6096 công
Công lao động tính cho $1\text{m}^3$ ở	3,42 công
Công lao động tính cho $1\text{m}^3$ nhà	0,62 công
Giá thành $1\text{m}^2$ ở có tính cả những tiện nghi của tiểu khu	3220 đồng
Giá thành $1\text{m}^3$ nhà	582 đồng
Năng suất bình quân (sản lượng) của 1 công lao động	670 đồng
Lượng cấu kiện bê tông cốt thép đúc sẵn tính cho $1\text{m}^2$ diện tích có ích	$0,75\text{m}^3$

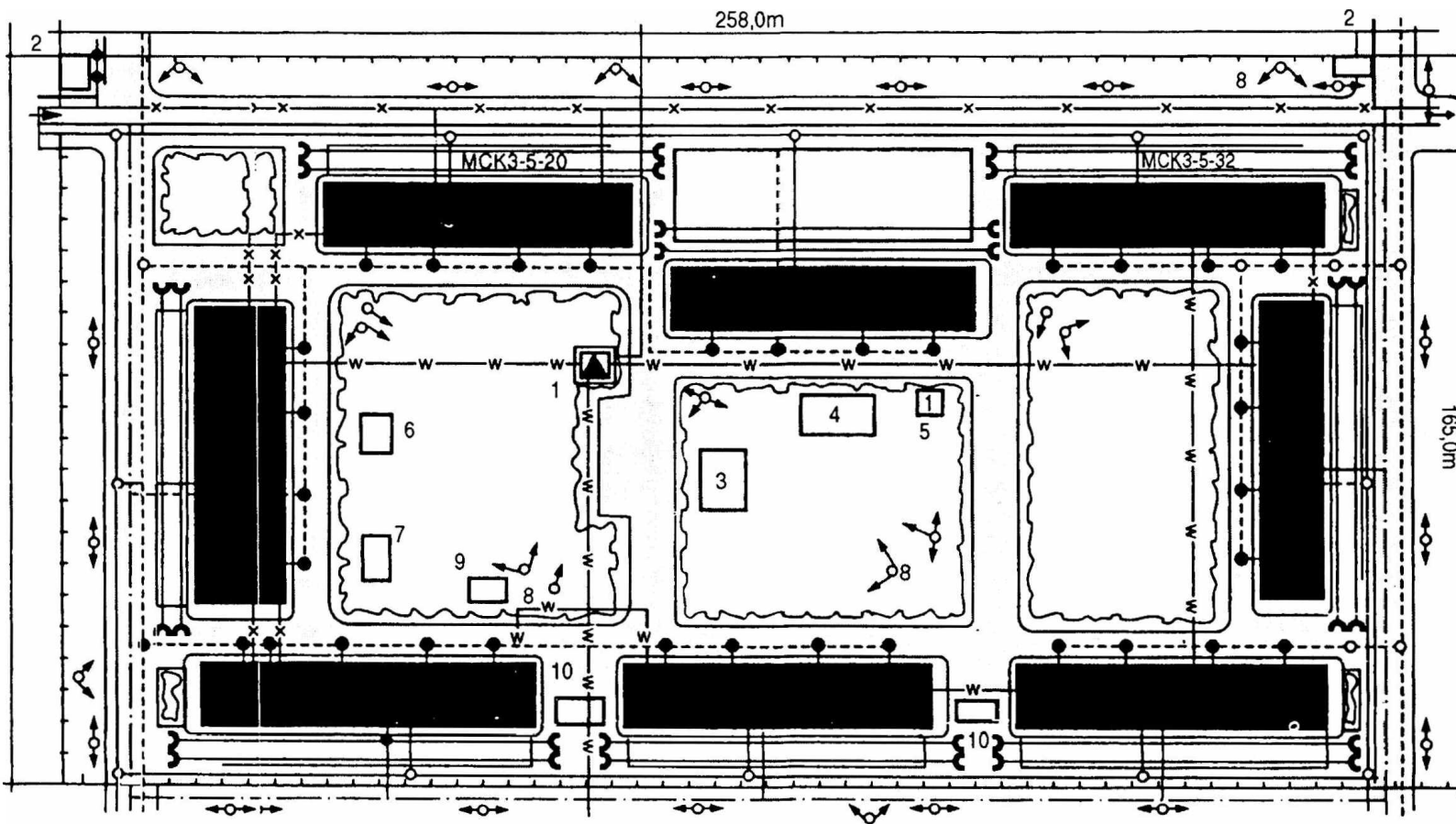
20. Bảng phân bổ vốn đầu tư xây lắp

Bảng 6.6

Í lượng	Kinh phí (ngàn đồng)	Tháng									
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
tạm	654,3	$\frac{90\%}{588,9}$	$\frac{10\%}{65,4}$								
ong trình ng sá	8.003,5	$\frac{30\%}{2401}$	$\frac{35\%}{2801}$	$\frac{35\%}{2801}$							
ám nhà	35.612,5			$\frac{2\%}{712,2}$	$\frac{14,8\%}{5270,6}$	$\frac{16,2\%}{5769,2}$	$\frac{15,7\%}{5591,2}$	$\frac{15,7\%}{5591,2}$	$\frac{15,7\%}{5591,2}$	$\frac{14,5\%}{5163,8}$	$\frac{5,4\%}{1923}$
í khác	1.570,1	$\frac{4,4\%}{69,08}$	$\frac{30\%}{47,1}$	$\frac{50\%}{78,5}$	$\frac{6,4\%}{100,5}$	$\frac{7\%}{110}$	$\frac{6,7\%}{105,2}$	$\frac{20,2\%}{317,1}$	$\frac{20,2\%}{317,1}$	$\frac{18\%}{282,6}$	$\frac{7,4\%}{116,2}$
cộng	45.840,4	3059	2913,5	3592	5371	5879	5696,4	5908,3	5908,3	5446,4	2039,2

Kinh phí trích từ bảng dự toán tổng hợp (bảng 6.1).

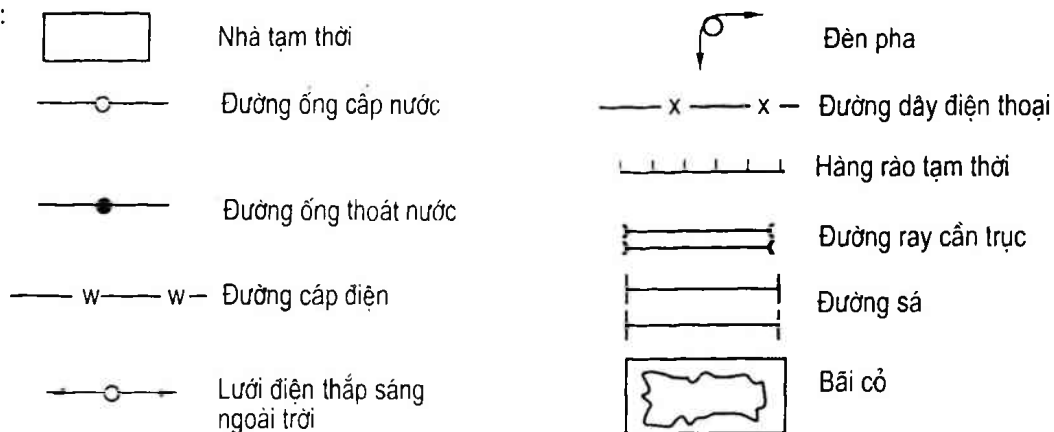
# MẶT BẰNG XÂY DỰNG TIỂU KHU NHÀ Ở



**Bảng 6.7.** Bảng các công trình phụ trợ

Ký hiệu	Tên công trình phụ trợ	Số lượng	Kích thước mặt bằng (m)
1	Trạm biến thế điện	1	6,4 × 5,8
2	Phòng thường trực	2	9,8 × 5,0
3	Văn phòng công trường	1	13,5 × 10
4	Nhà thay quần áo và tắm	1	17 × 10
5	Nhà vệ sinh	1	4 × 4
6	Xưởng cơ khí	1	7,5 × 5
7	Kho vật tư	1	10 × 6
8	Các cột đèn pha	10	-
9	Nhà nghỉ giải lao	1	7,5 × 4
10	Kho tổng hợp phụ kiện	2	10 × 6

Ký hiệu:



## 21. Tiến độ thi công

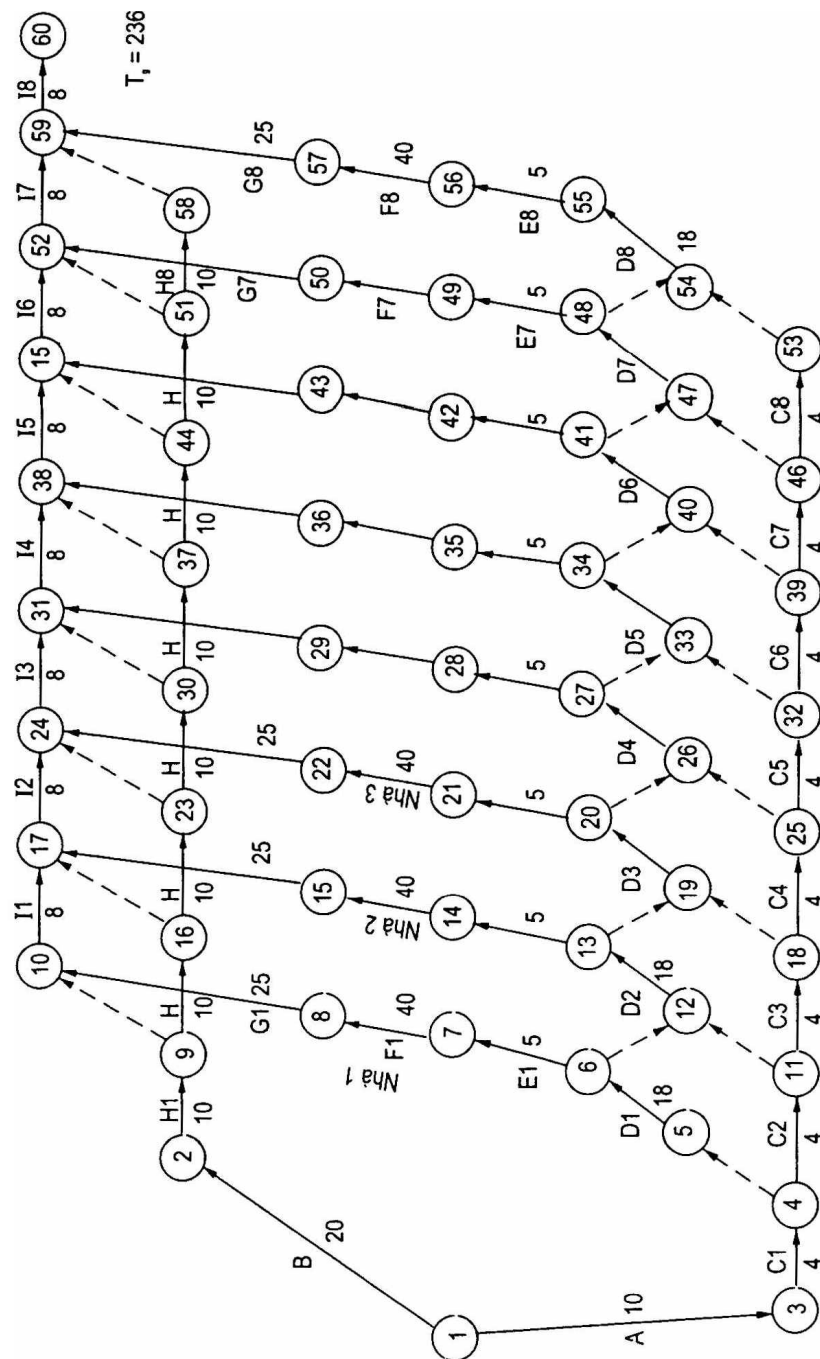
Tiến độ thi công xây dựng tiểu khu 8 nhà chung cư này được thể hiện bằng sơ đồ mạng với các số liệu và trình tự tiến hành các công việc nêu trong bảng 6.8.

**Bảng 6.8**

Công việc	Kí hiệu	Công việc trước nó	Thời lượng (ngày)
<i>I</i>	2	3	4
- Đường, kho bãi, lán trại tạm cho toàn khu	A	-	10
- Điện, nước, cống rãnh cho toàn khu	B	-	20
- Đào các rãnh móng mỗi nhà	C	A	4
- Đúc móng mỗi nhà	D	C	18 (16)

Bảng 6.8 (tiếp theo)

1	2	3	4
- Lắp dựng cần trục tháp	E	D	5
- Lắp kết cấu bốn tầng mỗi nhà	F	E	40
- Hoàn thiện bốn tầng mỗi nhà	G	F	25
- Đường sá, vỉa hè quanh nhà	H	B	10
- Trồng cây xanh, thảm cỏ	I	H, G	8





Sơ đồ mạng gồm 81 công việc (thực và ảo) và 60 nút.

Sau khi tính toán sơ đồ mạng (bằng máy vi tính) ta được kết quả sau:

- Thời gian thực hiện toàn bộ 8 ngôi nhà là:

$$T_g = 236 \text{ ngày}$$

- Đường găng đi qua các công việc sau:

$$A - C1 - D1 - D2 - D3 - D4 - D5 - D6 - D7 - D8 - E8 - F8 - G8 - I8$$

- Thời hạn quy định hoàn thành là 10 tháng, hay:

$$T_{qd} = 22 \times 10 = 220 \text{ ngày}$$

Vậy thời gian thực hiện vượt quá thời hạn quy định là:

$$T_g - T_{qd} = 236 - 220 = 16 \text{ ngày}$$

Muốn rút ngắn thời gian thực hiện các công trình, phải tìm cách rút ngắn thời lượng các công việc găng. Ở đây các công việc D (đúc bê tông móng nhà) đều là những công việc găng; vậy ta có thể rút ngắn  $t_D$  từ 18 ngày xuống còn 16 ngày, bằng cách tăng năng suất của đội thợ đúc móng (tăng thêm lao động).

Sau khi điều chỉnh sơ đồ mạng, ta tính ra được thời gian thực hiện mới, là:

$$T_g = 220 \text{ ngày} = T_{qd}$$

• Tính số lượng cần trực tháp lắp ghép

Sơ đồ mạng còn cho biết các thông số thời gian của từng công việc, như: thời điểm khởi công sớm và muộn, thời điểm hoàn thành sớm và muộn của các công việc F có sử dụng cần trục tháp lắp ghép như sau (bảng 6.9).

**Bảng 6.9.**

Công việc	Khởi sớm	Khởi muộn	Hoàn sớm	Hoàn muộn
F1	35	91	75	131
F2	51	99	91	139
F3	67	107	107	147
F4	83	115	123	155
F5	99	123	139	163
F6	115	131	155	171
F7	131	139	171	179
F8	147	147	187	187

Theo bảng 6.9, nếu mọi công việc của sơ đồ mạng này đều khởi sớm và hoàn thành đúng thời lượng dự kiến thì chỉ cần 3 cần trục tháp, vì cần trục làm việc F1 sẽ hoàn thành sớm việc đó vào ngày thứ 75, để chuyển sang làm việc F4, khởi công sớm vào ngày thứ 83.

Trường hợp công việc F1 lại hoàn thành muộn nhất vào ngày thứ 131, thì cần trục của nó sẽ chuyển sang làm việc F7 chứ không làm việc F4 nữa, khi này sẽ phải sử dụng tới 6 cần trục lắp ghép mới hoàn thành dự án xây dựng này đúng thời hạn 10 tháng.

Vậy số lượng cần trục tháp có thể từ 3 đến 6 chiếc.

## PHỤ LỤC

## Phụ lục 1

## CÁC SỐ LIỆU ĐỂ TÍNH CÁC CHI PHÍ TRONG THI CÔNG CƠ GIỚI

Tên và mã hiệu máy	Trị giá máy (ngàn đồng)	Trọng lượng máy (tấn)	Số ca làm trong năm	Các chi phí một lần (ngàn đồng)			Tiền khấu hao máy mỗi năm (ngàn đồng)	Chi phí khai thác một ca (ngàn đồng)
				di chuyển máy	tháo và lắp máy	làm đường và dỡ đường		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cần trục tháp								
CBK-1	1,706	48,5	400	20	40,6	22,9	247	0,9
CBK-1M	33378	54,9	400	25,2	40,6	34,3	470	0,9
M-3-5-5	2268	62,6	400	26,7	51,1	28,5	316	1,09
M-3-5-10	3637	87,8	400	39,7	68,1	22,6	504	1,15
BKCM-5-5-A	2564	72	400	33	55,4	25,1	355	1,1
BKCM-5-10	4041	89	400	40,8	82,0	31,2	560	1,17
BK-215	1241	24,8	400	11,4	8,3	17,5	178,8	1,48
MCK-3-5-20	1982	43	400	3,5	11,6	22,6	179,2	1,94
MCK-5-20	2154	55,3	400	4,4	10,8	24,0	302	2,04
C-419	-	61,3	400	26,1	50,0	28,5	301	1,52
MBTK-80	2290	43,5	400	18,6	39,2	26,8	326	2,2
Cần trục cổng								
K-122	2800	34,8	300	15	110	22,9	369,6	1
K-152	2500	32,2	300	14,8	106	22,9	330	0,9
K-183	6000	82	300	37,6	262	26,1	1056	2,3
K-203	1640	29,8	300	13,8	103	22,9	302,8	8,5
K-303	3000	69,6	300	32,0	188	26,1	528	1,9
K-253	5200	70,6	300	324	189	26,1	915	2,0

*Phụ lục 1 (tiếp theo)*

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Cần trục ô tô								
K-32	603,5	7,5	250	0,73	-	1,0	106	1,25
K-51	706	12,8	250	1,0	-	1,0	124,5	1,7
K-52	760	12,8	250	1,1	-	1,0	124,5	1,7
K-104	2094	16	400	1,4	-	1,0	311	1,75
Cần trục bánh hơi								
K-201	2149	-	400	1,42	8,8	1,2	295	2,1
E-302	1055	-	250	0,31	3,4	1,2	174	1,3
E-656	1373	-	400	1,39	3,9	1,2	189	1,7
K-102	1373	27,7	400	1,29	3,9	1,2	189	1,7
K-123	1799	23,5	400	1,46	7,7	1,2	247	1,8
K-252	3224	45,2	400	2,46	8,8	1,5	444	2,7
K-255	2149	32	400	2,14	10,1	1,5	295	2,1
K-401	7433	51	400	2,98	18,0	1,5	817	3,0
Cần trục bánh xích								
E-1254 (kiểu thấp)	2278	45,7	400	8,9	8,8	0,4	313	2,0
CKG-25	4260	64,2	400	8,9	7,7	0,52	471	1,9
CKG-30	4394	65,7	400	8,9	10,8	0,52	483	2,0
CKG-50	7379	90	400	13	10,8	0,64	811	2,3
Cần trục - máy đào bánh xích								
E-505	1266	23	400	3,5	4,4	0,4	174,2	1,88
E-652	1266	23	400	3,5	3,9	0,4	174,2	1,88
E-801	1611	29,6	400	4,6	4,4	0,4	221,7	1,95
E-1003A	1998	38,3	400	8,9	6,5	0,4	273,5	2,03
E-1004A	1998	38,3	400	8,9	6,5	0,4	273,5	2,03
E-1254	2278	40	400	8,4	7,3	0,4	313,2	2,42
E-1252	2197	39,5	400	8,9	7,7	0,4	302,2	2,53
E-2001	4310	79,7	400	9,1	10,9	0,52	475,2	3,20
E-2005	4319	79,8	400	9,1	10,9	0,52	476,0	3,23
K-1001	7378	95,9	400	11,1	13,3	0,52	811,7	4,28
EKG-4	9500	250	400	29,1	34,8	0,83	1011,0	4,00

*Phụ lục 1 (tiếp theo)*

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Máy thăng tải	290	24,5	100	11,2	-	-	60,0	0,60
Máy đào đất								
E-156	577	4,25	400	1,2	-	-	178	1,26
E-257	696	-	400	1,4	-	-	214,4	0,96
E-505A	1021	21,7	400	3,9	-	-	247,1	2,0
E-652	1092	20,5	400	3,9	-	-	264	2,1
E-1004A	2275	40,2	400	5,0	-	-	463	2,79
E-1003A	2275	40,2	400	4,5	-	-	463	2,79
E-1252	2368	40,2	400	5,0	-	-	482	3,0
E-302 (bánh hơi)	976	11	400	0,36	-	-	236	1,1
E-155 (bánh hơi)	586	4,9	400	0,24	-	-	181	0,85
Máy cạp								
D-354 (moóc)	429	2,42	250	0,85	-	-	212	1,26
D-374 (moóc)	1348	6,1	250	1,00	-	-	371	1,90
D-222 (moóc)	922	6,6	250	1,00	-	-	253	1,93
D-213A (moóc)	2585	9,1	250	2,2	-	-	711	2,63
D-468 (tự hành)	1276	-	250	2,0	-	-	351	1,94
D-357 (tự hành)	1923	-	250	2,7	-	-	592	3,0
D-392 (tự hành)	7158	-	250	4,5	-	-	1968	5,26
Máy ủi								
D-159 (DT-54)	362	-	250	0,80	-	-	142	1,20
D-271 (C-80)	812	-	250	1,00	-	-	250	1,90
D-275 (DT-140)	2100	-	250	2,00	-	-	710	2,40

*Giải thích thêm về sử dụng phụ lục 1*

1. Chi phí làm đường và dỡ đường của các cần trục chạy trên đường ray tính cho đoạn đường dài bằng chiều dài thanh ray (12,5m). Trong tính toán chiều dài đường cần trục phục vụ công trình phải là bội số của các thanh ray này.

Đường của cần trục bánh xích là loại đường đất san phẳng, còn đường của cần trục bánh hơi là đường rải xỉ hoặc đá dăm, dày 15cm. Chi phí làm đường tính cho 10m dài.

2. Chi phí di chuyển máy bằng đường ô tô tính cho 10km.

**Phụ lục 2**  
**NĂNG SUẤT TRUNG BÌNH CỦA CÁC MÁY THI CÔNG ĐẤT**

**Năng suất máy đào (xúc) trong một ca (7h) ( $m^3/ca$ )**

Dung tích gầu (m <sup>3</sup> )	Cách thức đổ đất	Gầu ngựa			Gầu xấp			Gầu dây		
		Cấp đất								
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
0,15	Vào xe tải	74	56	-	72	54	-	-	-	-
	Đổ đồng	93	70	-	91	67	-	-	-	-
0,30	Vào xe tải	156	125	86	155	123	84	154	120	80
	Đổ đồng	195	160	10	195	154	105	192	150	100
0,50	Vào xe tải	350	280	227	334	268	218	330	260	206
	Đổ đồng	424	360	280	424	350	268	412	334	260
1,0	Vào xe tải	636	540	437	-	-	-	630	500	400
	Đổ đồng	815	670	560	-	-	-	775	636	500
2,0	Vào xe tải	1030	825	668	-	-	-	1000	780	608
	Đổ đồng	1296	1030	852	-	-	-	1250	977	780

**Năng suất máy ủi đất (80 sức ngựa) ( $m^3/ca$ )**

Cấp đất	Đào và đẩy đồng đất đi xa						Đẩy đất lấp hố móng					San phẳng đất (m <sup>2</sup> )
	Khoảng cách (m)						Khoảng cách (m)					
	30	40	50	60	70	100	5	10	15	20	25	
I	482	380	321	230	165	139	1850	1300	1000	815	689	2000
II	380	310	254	188	136	122	1560	1100	840	690	578	
III	330	260	215	160	115	98	1380	960	740	600	505	

**Năng suất máy cạp đất (dung tích  $6 \div 8m^3$ ) ( $m^3/ca$ )**

	Đào và chở đất đi xa					Đào đất đắp nền từ bãi đất xa				
	Khoảng cách (m)					Khoảng cách (m)				
	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500
I	468	275	194	150	123	424	246	173	133	109
II	400	237	168	130	107	370	215	152	118	96

**Phụ lục 3**  
**TẢI TRỌNG ĐÚNG LÊN CỐPPHA SÀN KHI ĐỔ BÊTÔNG**

Chiều dày của sàn (cm)	Tải trọng (kG/m <sup>2</sup> )	
	Xe đẩy	Xe có động cơ
10,16	479	598
12,70	541	660
15,24	598	718
17,78	660	780
20,32	718	838
22,88	780	900
25,40	838	958
30,50	958	1077

*Ghi chú:*

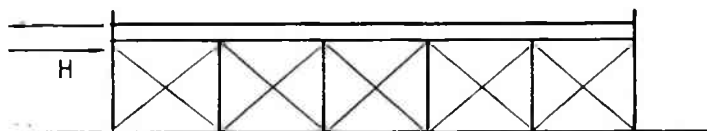
1. Số liệu trên ứng với loại bê tông 2400 kg/m<sup>3</sup>.
2. Số liệu lấy từ tài liệu "Formwork for concrete structures" của Robert L. Feurifoy, 1995, trang 32.

**Phụ lục 4**

**TẢI TRỌNG NGANG TỐI THIỂU H (kG/m dài)  
TÁC DỤNG LÊN CỐPPHA SÀN (để thiết kế hệ giằng chéo)**

Khi thi công sàn để chống lực ngang cần đặt hệ giằng chéo giữa các cột giáo, hoặc đặt những cây chống xiên dọc theo mép ngoài cốppha sàn, giống như chống cốppha tường.

Các tải trọng ngang tác dụng vào cốppha sàn gồm: tải trọng gió, lực gây ra bởi sự chuyển dịch của xe chở bê tông và lực do đổ bê tông.



**Bảng các tải trọng ngang H tác dụng lên cốppha sàn**  
(theo tài liệu của ACI American Concrete Institute)

Chiều dày tấm sàn (cm)	Tĩnh tải (kG/m <sup>2</sup> )	Tải trọng H (kG/m.dài) tác dụng tại mép sàn				
		Chiều rộng sàn vuông góc với hướng của lực (m)				
		6	12	18	24	30
10	310	150	150	150	155	194
15	430	150	150	160	214	268
20	550	150	150	204	274	342
25	670	150	169	250	333	416
30	790	150	200	294	392	490
35	910	150	230	340	452	565
40	1030	150	260	384	512	640
50	1270	160	320	472	630	788

Ghi chú:

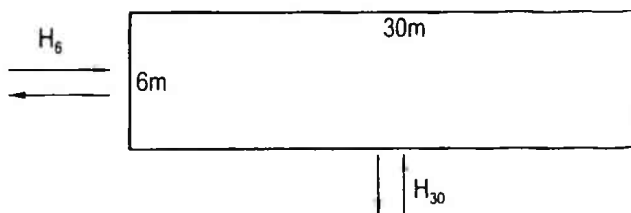
- Sử dụng loại bê tông nặng 2,4 tấn/m<sup>3</sup>.
- Nếu đúc dầm sàn kết hợp, thì lấy tĩnh tải bằng cách nội suy theo cột trong bảng.

Ví dụ: Xác định tải trọng ngang lên một cốppha sàn dày 15cm, rộng 6m, dài 30m.

Tra bảng ta được:

$$H_6 = 150 \text{ kG/m.d}$$

$$H_{30} = 268 \text{ kG/m.d}$$





**Phụ lục 5**  
**ÁP SUẤT CỦA HỒ BÊTÔNG LÊN CỐP PHA THÀNH THEO**  
**TỐC ĐỘ ĐỔ BÊTÔNG VÀ NHIỆT ĐỘ CỦA HỒ**  
**(kN/m<sup>2</sup>) (để tính các thanh giằng ngang)**

Tốc độ đổ bê tông (m/h)	Nhiệt độ của hồ bê tông °C						
	5	10	15	20	25	30	35
0,3	18,3	16,2	14,7	13,7	12,8	12,2	11,8
0,6	29,4	25,0	22,0	20,0	18,4	17,1	16,2
0,9	40,4	33,8	29,4	26,2	23,0	22,0	20,6
1,2	51,4	42,6	36,7	32,5	29,4	29,5	25,0
1,5	62,4	51,4	44,1	38,8	34,9	31,8	29,4
1,8	73,5	60,3	51,4	45,1	40,4	36,7	33,8
2,1	84,5	69,1	58,8	51,4	45,7	41,6	38,2
2,4	87,8	71,8	61,0	53,4	47,6	43,0	39,6
2,7	94,4	74,6	63,3	55,4	44,3	44,7	41,0
3,0	94,8	77,3	65,7	65,7	57,3	46,2	42,3

*Ghi chú:*

1. Có sử dụng đầm dùi, nhưng không thọc đầm sâu quá 1,2m so với mặt bê tông.
2. Độ sụt của hồ bê tông không lớn quá 10cm.
3. Khi biết áp suất của hồ bê tông lên cốp pha thành, có thể khống chế tốc độ đổ bê tông.

*Ví dụ: Tính các thanh giằng ngang trong cặp cốp pha tường.*

- Các thanh giằng đặt cách nhau 1,0m theo chiều ngang và 0,6m theo chiều cao.

Vậy mỗi thanh giằng ngang phải chống đỡ một diện tích:

$$1,0 \times 0,6 = 0,6\text{m}^2$$

- Tốc độ đổ bê tông là 2,1 m/h

Nhiệt độ của hồ bê tông là 25°C.

Vậy áp suất ngang của hồ bê tông là 45,7 kN/m<sup>2</sup>.

- Lực tác dụng vào mỗi thanh giằng ngang là:

$$0,6 \times 45,7 = 27,42\text{kN hay } 2,74 \text{ tấn-lực}$$

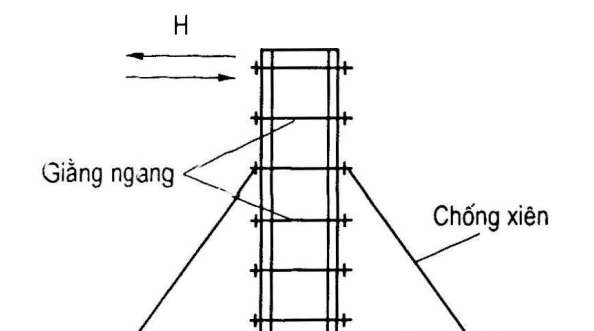
**Cường độ chịu kéo của các bulông giằng**

Đường kính ngoài bulông (mm)	Lực kéo cho phép (kN)
M12	12,9
M14	17,8
M16	24,5
M18	29,6
M20	38,2
M22	47,9

## Phụ lục 6

TẢI TRỌNG NGANG TỐI THIỂU LÊN CỐPPHA TƯỜNG, CỐPPHA CỘT  
(để thiết kế hệ dây neo giằng và cây chống xiên)

- Những tải trọng ngang tác dụng vuông góc với cốppha tường gồm:
  - + Tải trọng gió.
  - + Tải trọng áp lực của hồ bê tông (phụ lục 5).
  - + Và các tải trọng ngang khác.
- Hệ dây thép neo giằng cốppha tường bố trí đối xứng ở cả hai phía cốppha tường.
- Hệ cây chống xiên có thể chỉ cần đặt ở một phía của cốppha tường, nếu được thiết kế để chịu nén và chịu kéo.
- Nếu cốppha tường chỉ đặt ở một phía, còn phía kia là đất đào được coi như là cốppha thứ hai, thì các cây chống xiên của cốppha tường phải được thiết kế để chống lại áp lực ngang của bê tông và của các lực ngang khác.
- Nếu cặp cốppha tường được liên kết bằng các giằng ngang để chống áp lực của hồ bê tông, thì các cây chống xiên và các cặp dây neo giằng chỉ chịu tải trọng gió mà thôi.
- Nếu cặp cốppha tường không có các giằng ngang thì hệ chống xiên và các dây neo giằng phải được tính toán để chịu áp lực ngang của hồ bê tông và những ngoại lực khác.



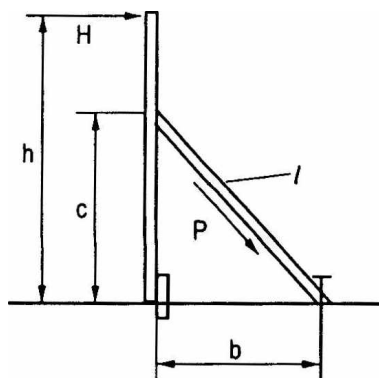
Chiều cao tường h (m)	Tải trọng ngang H tối thiểu (kG/m.d) (theo ACI)	Tải trọng gió G (kG/md) khi cấp gió địa phương như sau (kG/m <sup>2</sup> )			
		480	960	1200	1400
1,2	45	30	60	75	90
1,8	68	45	90	113	151
2,4	150	150	150	150	180
3,0	150	150	150	189	226
3,6	150	150	180	226	272
4,2	158	150	212	264	317
4,8	180	150	242	300	362
5,4	200	150	270	340	408
6,0	226	150	300	378	450

*Ghi chú:*

1. Chiều cao tường nhỏ hơn 2,4m thì các hệ giằng, chống xiên dùng để định vị cốppha tường.
2. Chiều cao tường lớn hơn 2,4m, thì sử dụng các tải trọng ngang H tối thiểu này để tính toán hệ giằng chống cốppha tường.
3. Tải trọng gió G lấy theo cấp gió địa phương, nếu lớn hơn tải trọng ngang H tối thiểu này, thì sử dụng tải trọng gió để tính toán hệ giằng chống cho cốppha tường.
4. Nội lực P trong thanh chống xiên tính bằng công thức:

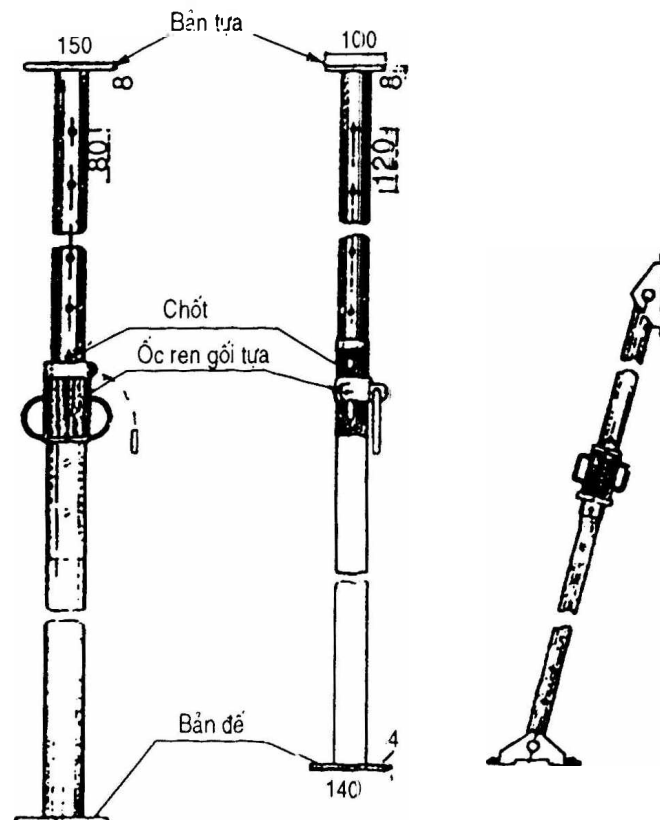
$$P = \frac{H \times h \times l}{c \times b}$$

với  $l = (c^2 + b^2)^{1/2}$



**Phụ lục 7**  
**CÁC GIÁO THÉP ỐNG TIÊU CHUẨN**

**A. Các cột chống điều chỉnh được (3,0 - 4,2m)**



*Tải trọng cho phép  $P$  phụ thuộc chiều cao cột và cách sử dụng cột  
(lực đặt đúng tâm hay lệch tâm cột).*

1. Đỉnh và chân cột không cố định

$$P = (30/l), \text{ kN}$$

2. Đỉnh và chân cột cố định chắc chắn

$$P = (30/l) (L/l), \text{ kN}$$

3. Cột chịu lực đúng tâm:

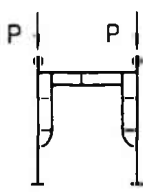
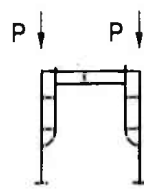
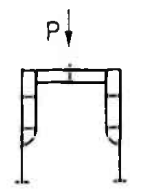
$$p = 1,5(30/l) (L/l), \text{ kN}$$

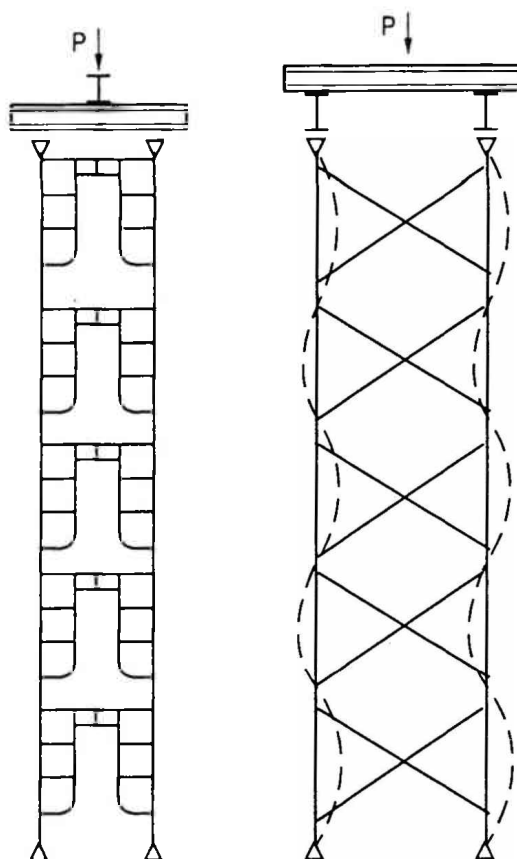
4. Cột chịu lực ngang → phải tăng độ ổn định cho cột bằng giằng ống thép hay bằng ván gỗ.

*Ghi chú:*  $l$  - chiều cao cột;

$L$  - chiều cao max của cột.

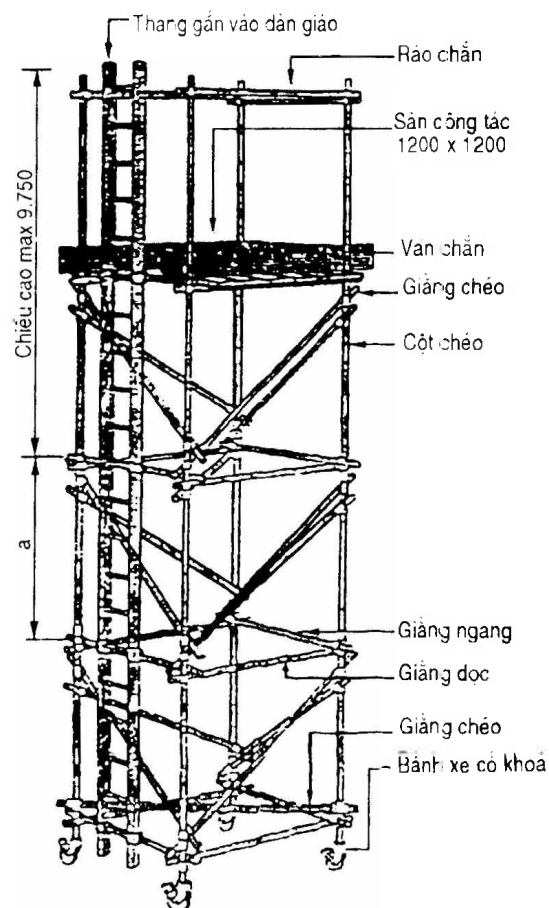
**B. Giáo khung phẳng**

Vị trí tải trọng			
Tải trọng cho phép của khung phẳng	$2P = 50\text{kN}$	$2P = 30\text{kN}$	$P = 12\text{kN}$



*Tải trọng cho phép của khung không gian  $P = 200\text{kN}$*

## C- Giáo trụ lắp ráp từ các đoạn thép ống



## Các đoạn thép ống làm giáo

Dài (m)	1	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Nặng (kg)	2,63	3,95	5,26	7,89	10,52	13,15	15,78

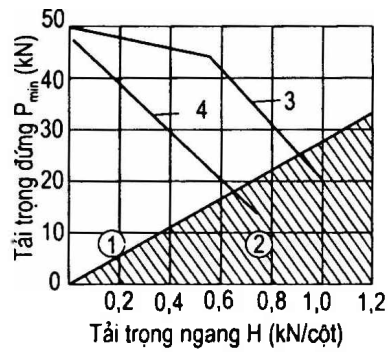
## Tải trọng cho phép (kN) của giáo thép ống

Cự li giữa các giàng ngang của giáo ống	Giáo ống $\phi 48 \times 3$		Giáo ống $\phi 48 \times 3,5$	
	Nối chồng	Nối chập	Nối chồng	Nối chập
1000mm	31,7	12,2	35,7	13,9
1250mm	29,2	11,6	33,1	13,0
1500mm	26,8	11,0	30,3	12,4
1800mm	24,0	10,2	27,2	11,6

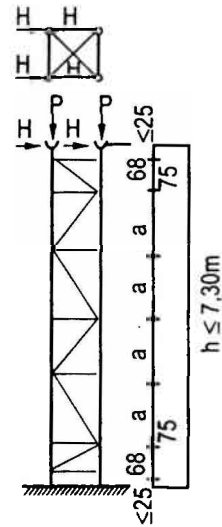
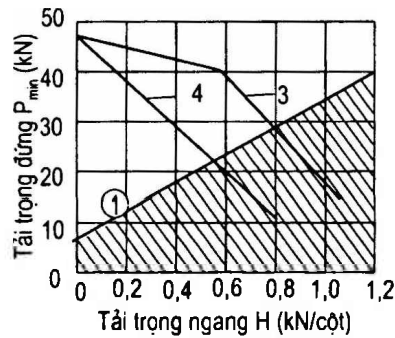
Ghi chú: Khả năng chịu lực của giáo ống phụ thuộc cự li giữa các thanh giàng ngang.

D- Trụ chống bằng thép ống

a)



b)



a) Khi không có gió;

b) Khi có gió.

- Tải trọng cho phép  $P = 80\text{kN}$ .

Tải trọng này giảm khi lực phân bố không đều lên các chân trụ, hoặc khi trụ chịu thêm tải trọng ngang.

- Tải trọng đứng  $P_{\min}$  trong đồ thị trên, đảm bảo chống lật cho trụ khi có tải trọng ngang:

đường 1 - tải trọng  $P_{\min}$  đảm bảo chống lật cho trụ.

vùng 2 - cần có biện pháp chống lật cho trụ (giằng, chống xiên).

đường 3 - khi chân trụ ngầm.

đường 4 - khi chân trụ tựa khớp.



**Phụ lục 8**  
**MÁY BƠM BÊTÔNG**

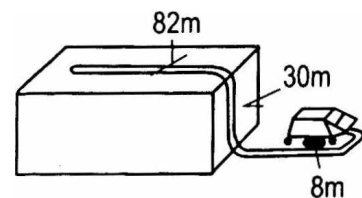
Loại máy	Mã hiệu	Năng suất (m <sup>3</sup> /h)	Áp suất (bar)
Xe bơm có cần	BSF-9	90	85
Xe bơm không cần	BSA - 1400	105	136

**Các tiêu chuẩn kỹ thuật vận chuyển bê tông bằng đường ống**

4m cao:	1 bar	khâu nối ống:	0,1 bar
20m ngang:	1 bar	đoạn ống mềm:	3 bar
độ cong 45° - 60°:	0,5bar	đoạn chạy máy:	20 bar
độ cong 90°:	1 bar	dự phòng:	10% tổng số

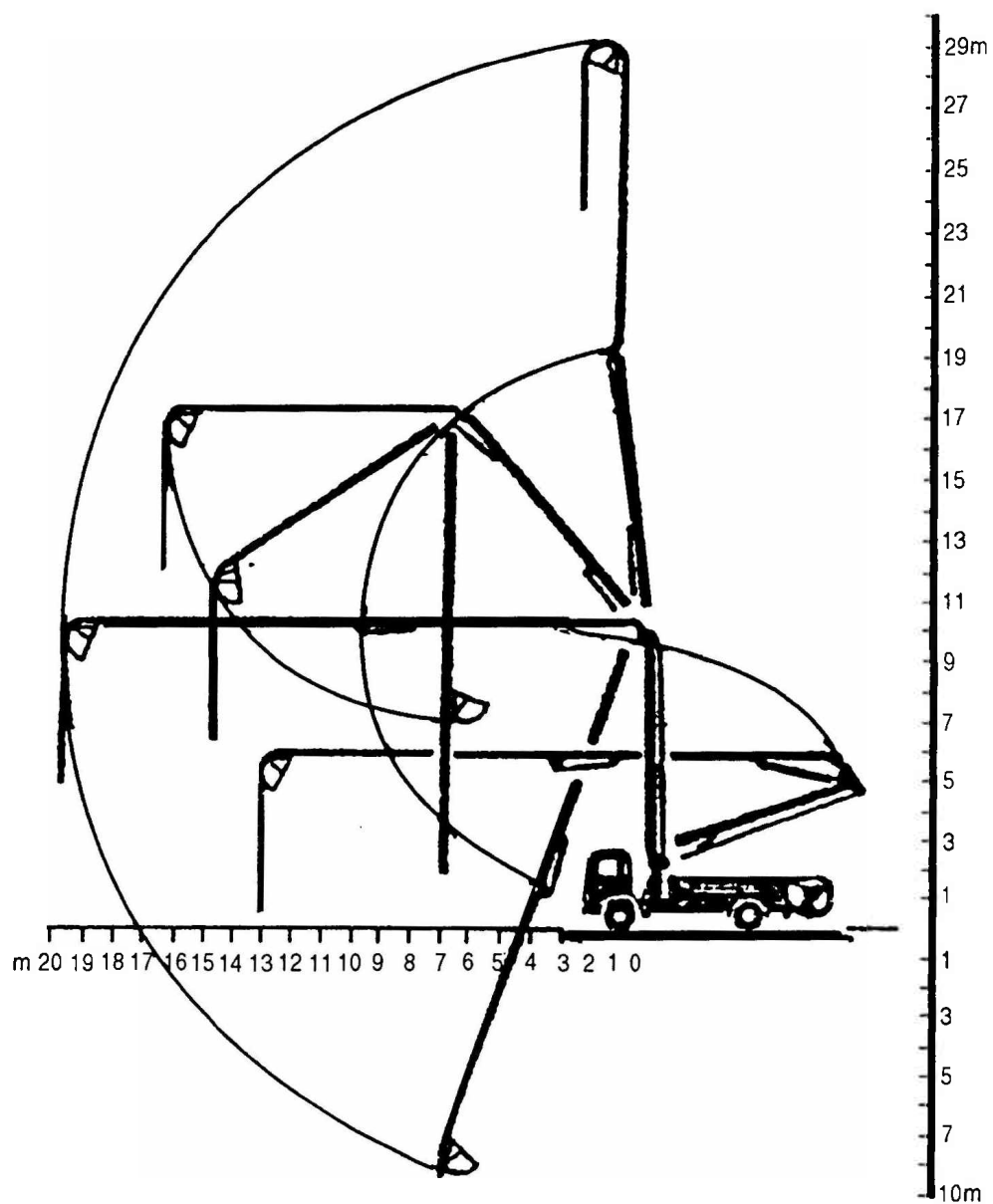
*Ghi chú:* áp suất đầu ra phải gần bằng 1/4 áp suất đầu vào.

*Ví dụ:* Tính áp suất cần thiết để vận chuyển hồ bê tông bằng máy bơm lên đúc một sàn nhà dài 82m, ở độ cao 30m như trong hình vẽ.

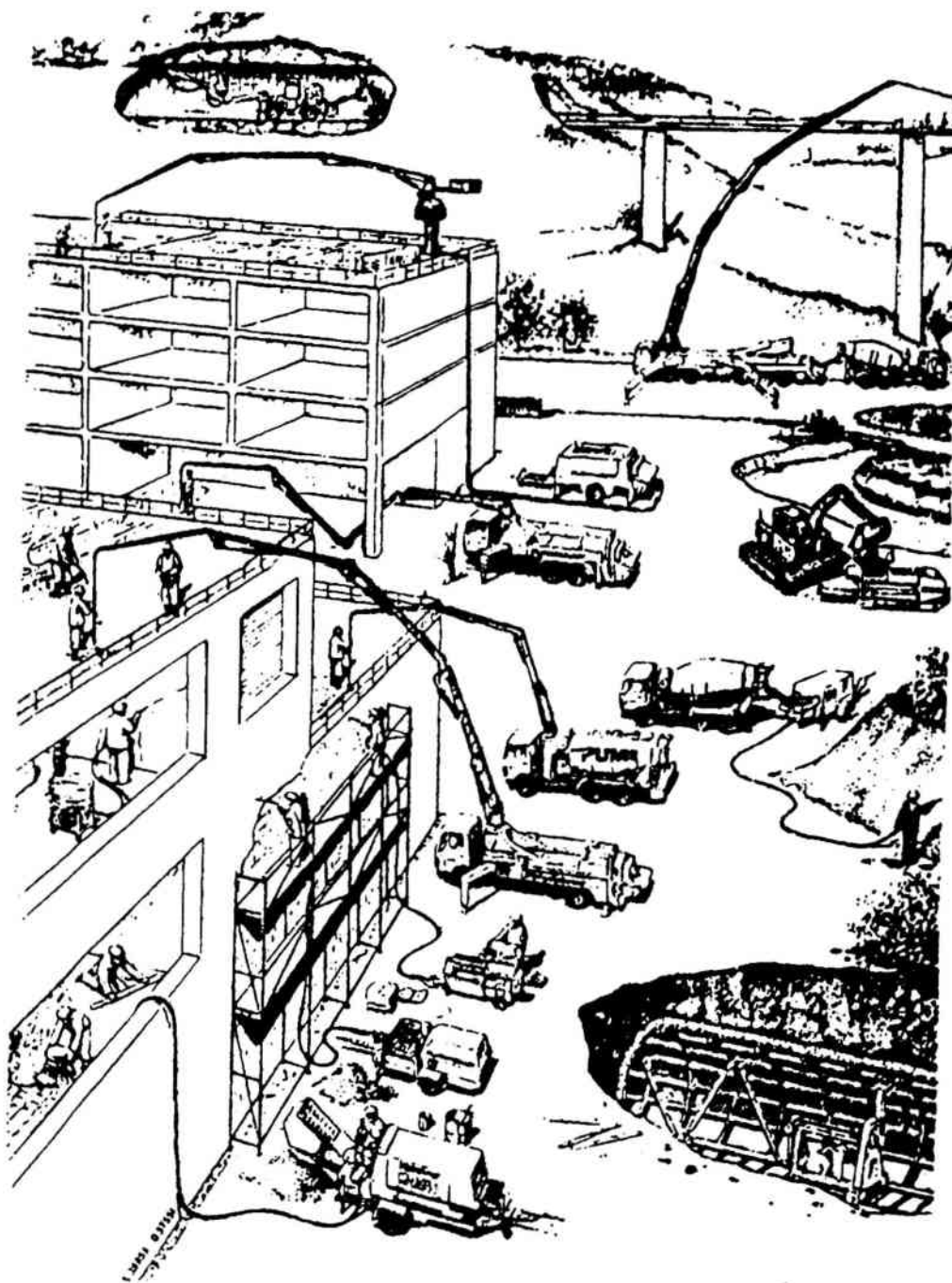


- Vận chuyển đi xa:  $\frac{1}{20}(8 + 30 + 82) = 6 \text{ bar}$
- Vận chuyển lên cao:  $\frac{1}{4} \times 30 = 7,5 \text{ bar}$
- 40 khâu nối ống:  $0,1 \times 40 = 4 \text{ bar}$
- 6 đoạn cong 90°:  $1 \times 6 = 6 \text{ bar}$
- Ống mềm:  $= 3 \text{ bar}$
- Đoạn chạy máy:  $= 20 \text{ bar}$
- 
- 46,5 bar
- Dự phòng 10%:  $4,5$
- 
- Áp suất cần thiết: 51,0 bar

Thông số kỹ thuật của xe bơm có cần













Sử dụng các xe bơm bê tông



**Phụ lục 9**  
**MỘT SỐ ĐỊNH MỨC LAO ĐỘNG**

**Định mức lao động lắp đặt cốt thép nhà khung**  
**(giờ-công/m<sup>3</sup> bê tông)**

Cách thức lắp đặt	Đường kính cốt thép (mm)							
	16	20	22	25	26	32	36	40
Lắp đặt cốt thép từng thanh rời.								
Đặt lưới cốt thép								
Đứng								
Nằm								
Hàn các thanh cốt thép								

*Ghi chú:* Theo tài liệu của I. G. Xôvalốp, trang 154.

**Định mức lao động thi công tường bê tông cốt thép**  
**bằng cơ giới**

Công việc	Định mức sản phẩm
- Lắp đặt và tháo dỡ các tấm cốppha	3,3 m <sup>2</sup> /công
- Lắp đặt và buộc cốt thép thanh rời	0,81 tấn/công
- Lắp đặt và hàn khung cốt thép không gian	4 chiếc/công
- Đúc bê tông	3,3 m <sup>3</sup> /công

**Định mức lao động lắp đặt các tấm cốppha  
cho nhà khung bê tông cốt thép nhiều tầng  
(giờ-công/m<sup>3</sup> bê tông)**

Loại cốppha	Để đúc các kết cấu bê tông toàn khối			Để đúc các kết cấu vừa lắp vừa đúc toàn khối			Các kết cấu đúc sẵn
	cột	dầm	sàn	cột	dầm	sàn	Gắn mối nối cột
Tấm cốppha thép gỗ kết hợp:							
bằng ván ép	4	4,3	1,6	1,8	3	1,2	2
bằng ván gỗ dày 25mm	4,3	4,7	2	3,1	3,3	1,4	2,1
Tấm cốppha thép	4	4,2	2,4	2,8	2,9	1,7	2
Tấm cốppha nhôm	3,8	-	-	2,7	-	-	1,76
Tấm cốppha gỗ bằng ván dày 40mm	4,5	5	5,2	3,2	3,5	3,7	2,8

**Định mức lao động chế tạo, lắp đặt, tháo dỡ cốppha  
(ngày-công/100m<sup>2</sup> diện tích cốppha)**

Loại cốppha	Chế tạo	Lắp đặt	Tháo dỡ	Sửa chữa
Cốppha gỗ dạng thanh	21,6	7,3	2,6	1,12
Cốppha gỗ dạng hộp	20,4	7,6	2,7	0,7
Cốppha sắt	75,5	6,2	3,9	0,1

**Định mức lao động đổ bê tông**  
(ngày/công/100m<sup>3</sup> bê tông)

Thiết bị cơ giới	Kết cấu được đổ bê tông	Công lao động (ngày-công)				
		cho đúc bê tông	cho dịch chuyển thiết bị, tổ chức lại mặt bằng	Tổng cộng	trong đó có lao động thủ công	Tỉ lệ của lao động thủ công %
Cần trục tháp	Móng cột	8,0	6,5	14,5	5,1	35,2
	Móng máy	10,5	9,4	19,9	7,2	36,2
	Tường	16,8	10,9	27,7	9,1	32,8
	Cột	23,6	11,6	35,2	10,5	29,8
	Dầm sàn	16,8	10,9	27,7	9,1	32,8
Cần trục tự hành	Móng cột	9,0	-	9,0	1,3	14,5
	Móng máy	10,0	3,2	13,2	1,5	11,4
	Tường	17,8	0,4	18,2	2,7	14,8
	Cột	24,5	0,9	25,4	3,7	14,5
Băng tải	Móng cột	13,3	2,0	15,3	3,6	23,5
	Móng máy	13,4	3,0	16,4	4,4	26,8
	Tường	15,2	2,7	17,9	4,5	25,1
	Cột	17,3	2,5	19,8	4,6	23,2
Máy bơm bê tông, máy phun bê tông	Móng cột	11,4	10,5	21,9	10,1	46,1
	Móng máy	10,2	8,6	18,8	8,3	44,1
	Dầm sàn	20,8	11,2	32,0	12,7	39,7
Máy rung	Móng cột	10,7	3,7	14,4	4,8	33,3
Thăng tải và xe cút kít, xe rửa	Cột	70,0	18,0	88,0	79,2	90,0
	Dầm	50,0	14,0	64,0	57,6	90,0
	Sàn	30,0	14,0	44,0	39,6	90,0

## MỤC LỤC

	Trang
<i>Lời nói đầu</i>	3
<b>Chương 1. Thi công đất</b>	
Bài toán 1.1: Thiết kế thi công đào rãnh đường ống	5
Bài toán 1.2: Chọn phương án thi công đào đất hố móng	7
Bài toán 1.3: So sánh các phương án đào đất	10
Bài toán 1.4: Chọn máy đào gầu dây	13
Bài toán 1.5: Tính tường cừ gỗ chống vách đất hố đào	15
Bài toán 1.6: Tính số xe tải phục vụ một máy đào (xúc) đất	16
Bài toán 1.7: Dự tính giá thành làm đường tạm thời phục vụ thi công	19
Bài toán 1.8: Chọn đầm nện để đầm gia cố nền đất	20
Bài toán 1.9: Chọn đầm lăn để lèn chặt đất đắp	22
Bài toán 1.10: Tính lượng nước ngấm thấm vào hố móng	23
Bài toán 1.11: Hạ mực nước ngấm bằng ống kim lọc hay giếng lọc	24
Bài toán 1.12: Chọn búa rung để hạ cọc và cừ	27
Bài toán 1.13: Tính độ chối đóng cọc	32
Bài toán 1.14: Đào đất bằng nổ mìn	33
Bài toán 1.15: Tính hệ khung chống vách đất	34
Bài toán 1.16: Xác định các thông số cho tường cừ	36
Bài toán 1.17: Tính tường cừ ngàm trong đất nền	38
<b>Chương 2. Thi công bê tông</b>	
Bài toán 2.1: Tính năng suất máy trộn bê tông	42
Bài toán 2.2: Chọn máy trộn bê tông và tính lượng vật liệu tiêu thụ	43
Bài toán 2.3: Chọn phương tiện cơ giới thi công đổ bê tông	44
Bài toán 2.4: Phân khối đổ bê tông cống lấy nước	47
Bài toán 2.5: Phân khối đổ bê tông sân tiêu năng công trình thủy lợi	53
Bài toán 2.6: Tính số lượng máy thăng tải phục vụ đổ bê tông	57
Bài toán 2.7: Thiết kế tổ chức đúc bê tông khung nhà nhiều tầng theo phương pháp dây chuyền	58

Bài toán 2.8: Thiết kế cốppha đáy	63
Bài toán 2.9: Thiết kế cốppha thành	69
<b>Chương 3. Thi công lắp ghép</b>	
Bài toán 3.1: Chọn dây cáp	76
Bài toán 3.2: Tính đòn treo	79
Bài toán 3.3: Chọn cần trục lắp ghép	83
Bài toán 3.4: Tổ chức lắp ghép nhà công nghiệp một tầng	93
Bài toán 3.5: Chọn phương án lắp ghép nhà công nghiệp một tầng	98
Bài toán 3.6: Tổ chức lắp ghép nhà công nghiệp nhiều tầng	104
<b>Chương 4. Hiệu quả kinh tế</b>	
Bài toán 4.1: Chọn máy đào đất gầu đơn	112
Bài toán 4.2: Chọn phương án thi công hố móng	113
Bài toán 4.3: Chọn giàn giáo hoàn thiện	117
Bài toán 4.4: Chọn cần trục lắp ghép nhà ở	118
Bài toán 4.5: Chọn cần trục lắp ghép nhà công nghiệp	125
Bài toán 4.6: Kết hợp giải pháp cấu tạo và giải pháp thi công	131
<b>Chương 5. Điện, nước, mặt bằng tiến độ thi công</b>	
Bài toán 5.1: Thiết kế mạng đường ống cấp nước thi công	137
Bài toán 5.2: Thiết kế mạng điện thi công	139
Bài toán 5.3: Lập mặt bằng thi công	142
Bài toán 5.4: Lập tiến độ thi công theo sơ đồ mạng	145
<b>Chương 6. Một mẫu đồ án thiết kế tổ chức thi công</b>	
Đề tài: thiết kế tổ chức thi công một tiểu khu nhà ở	152
1. Nhiệm vụ thiết kế	152
2. Tìm hiểu về địa điểm xây dựng	152
3. Tìm hiểu đặc điểm công trường	153
4. Tìm hiểu cấu tạo nhà	154
5. Dự toán xây lắp	154
6. Tổ chức thi công	155
7. Các biện pháp thi công chủ yếu	157
8. Chọn máy đào đất	158



9. Tính số xe tải để chở vật liệu khi thi công móng	159
10. Tính số xe tải vận chuyển các cấu kiện bê tông	160
11. Chọn cần trục tháp	161
12. Tính công lao động xây lắp một nhà	163
13. Tính số nhà tạm phục vụ đời sống	165
14. Tính diện tích nhà kho	165
15. Tính nhu cầu về lán trại	166
16. Tính nhu cầu về nước	167
17. Tính nhu cầu về điện	168
18. Nhu cầu về xe máy thi công (bảng 6.5)	169
19. Các chỉ tiêu kinh tế kĩ thuật	170
20. Bảng phân bố vốn đầu tư xây lắp	171
21. Tiến độ thi công	173
<b>Phụ lục</b>	<b>177</b>